

**Département de géomatique appliquée
Faculté des lettres et des sciences humaines
Université de Sherbrooke**

**Création d'une norme provinciale pour la collecte des matières
résiduelles et intégration à un SIG Web.**

Par

YAOVI DAVID TREVEY

**Travail présenté à
Mickael Germain**

**Comme exigence partielle dans le cadre de la
Maîtrise en sciences géographiques de type cours,
Profil géodéveloppement durable**

**Sherbrooke
Mai**

Composition du jury

**Création d'une norme provinciale pour la collecte des matières
résiduelles et intégration à un SIG web.**

YAOVI DAVID TREVEY

Cet essai a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

**Mickael Germain, directeur de recherche
(Département de géomatique appliquée)**

**Yves Voirin, membre de jury
(Département de géomatique appliquée)**

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon Directeur de mémoire Monsieur Mickael Germain pour son encadrement et ses judicieux conseils.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, tous les intervenants et toutes les personnes qui par leurs conseils, leurs critiques ont guidé mes réflexions et qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel durant tout mon essai.

Je tiens aussi également à remercier mes parents Akouvi Joëlle et Mawuvi Louis qui m'ont soutenu tout au long de mes études.

Enfin, je voudrais exprimer ma reconnaissance à mes amis et à tous les personnes de bonne volonté qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS	I
LISTE DES FIGURES	III
LISTES DES TABLEAUX	IV
1. INTRODUCTION	1
1.1 Contexte	2
1.2 Problématique	3
1.3 Objectifs.....	6
1.3.1 Objectif général	6
1.3.2 Objectifs spécifiques.....	6
2. CADRE THEORIQUE (ETAT DES CONNAISSANCES, REVUE DE LA LITTERATURE)	7
2.1 Réglementation liée a la gestion des matières résiduelles	7
2.1.1 Politique de Gestion des Matières residuelles.....	7
2.1.2 Role du Gouvernement	8
2.1.3 Les municipalités locales.....	8
2.1.4 Les communautés métropolitaines.....	8
2.1.5 Les municipalités régionales de comté	8
2.1.6 Nouvelles perspectives de 2015-2020	8
2.2 Usage et applications des SIG dans le domaine des matières résiduelles	9
Exemple 1 : WASTE Atlas	10
Exemple 2 : API Thau Agglo.....	11
Exemple 3 : Carte intercatve associée aux matières residuelles de la ville de Sherbrooke ..	12
Exemple 4 : Outil info collecte de la ville de Québec.....	13
Exemple 5 : Outil info collecte de la ville de Montréal	15
2.3 Architecture et fonctionnement d'un SIG web	16

2.3.1 Composantes d'un SIG Web.....	16
2.3.2 Les services web : les normes de l'OGC	17
2.4 les outils de cartographie web	18
2.4.1 Les logiciels SIG	18
2.4.2 Les serveurs cartographiques	19
2.4.3 les Systèmes de gestion de bases de données relationnels spatiaux.....	19
2.4.4 Les interfaces cartographiques web	20
2.4 les outils de cartographie web	21
3 MATERIELS ET METHODES.....	21
3.1 Site d'étude	21
3.2 Données.....	22
3.3 Méthodologie	24
3.3.1 Le recensement des données	24
3.3.2 Le traitement des données	24
3.3.3 La création du système de base de données.....	25
4. RESULTATS	28
4.1 Architecture du SIG web.....	28
4.1.1 La création du système de base de données.....	28
4.1.2 Module de serveur cartographique	32
4.1.3 Module de l'interface web	32
4.2 Deploiement de l'interface web.....	33
5. INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	34
6. CONCLUSION	37
7. RECOMMANDATIONS	35
8. REFERENCES	39

ANNEXES.....44

Annexe 1 44

Annexe 245

Annexe 346

Annexe 4.....47

Liste des abréviations

API : Application Programming Interface

CMM: Communauté Métropolitaine de Montréal

CRD: Construction, Rénovation et Démolition

CVCI: Comité Fédéral de Coordination InterAgence pour la Cartographie Numérique

ESRI: Environmental Systems Research Institute Inc.

FCQGED: Front Commun Québécois pour une Gestion Écologique des Déchets

FQM: Fédération Québécoise des Municipalités.

GPS: Global Positioning System.

ICI: Industries, Commerces et Institutions

MAMROT: Ministère des Affaires Municipales et de l'occupation du territoire

MCD: Modèle Conceptuel de Données

MLD: Modèle Logique de Données

MPD: Modèle Physique de données

MDDELCC: Ministère du Développement Durable, Environnement, des Changements Climatiques

MDDEFP: Ministère du Développement Durable, Environnement, de la Faune et des Parcs.

MRC: Municipalité Régionale de Comté

OGC: Open Geospatial Consortium

3RV-E: Réduction à la source, le Réemploi, le Recyclage, la Valorisation et l'Élimination

PGMR: Plan de Gestion des Matières Résiduelles

PMGMR : Plan Métropolitain de Gestion des Matières Résiduelles

RECYC-QUÉBEC: Société Québécoise de Récupération et de Recyclage

SGBDRS : Système de Gestion de Base de Données à Référence Spatiale

SIG : Système d'Information Géographique

SQL: Structure Query Language

WCS: Web Coverage Service

WFS: Web Feature Service

WMS: Web Map Service

WPS: Web Process Service

Liste des figures

Figure 1 : Calendrier annuel de collecte des matières résiduelles 2016 de la ville de Québec.....	4
Figure 2 : Calendrier journalier de collecte des matières résiduelles et par délimitation des secteurs MRC Pierre de Saurel.....	4
Figure 3 : Calendrier de collecte via une carte interactive par localisation d'adresse dans le MRC de la Vallée de l'or.....	5
Figure 4: API WASTE ATLAS, l'Atlas des déchets pour tout le monde.....	10
Figure 5 : Thau Agglo, carte interactive de collecte intercommunale d'Hérault-France.....	11
Figure 6 : Carte interactive des matières résiduelles de la ville de Sherbrooke.....	12
Figure 7 : Outil Info collecte de la ville de Québec.....	14
Figure 8 : Outil Info collecte de la ville de Montréal.....	15
Figure 9 : Architecture d'un SIG web.....	16
Figure 10 : Carte de la ville de Québec et ses limites administratives.....	21
Figure 11 : Carte de l'île de Montréal.....	22
Figure 12 : Étapes méthodologiques de réalisation du prototype.....	24
Figure 13 : MCD sur la planification de la récupération des matières résiduelles	25
Figure 14 : MLD sur la planification de la récupération des matières résiduelles.....	26
Figure 15 : MPD sur la planification de la récupération des matières résiduelles.....	28
Figure 16 : Affichage des noms et superficies de la ville de Québec.....	28
Figure 17 : Affichage du nombre de collecte d'encombrants de la ville de Montréal.....	29
Figure 18 : Affichage des noms et adresses d'écocentres de la ville de Montréal.....	29
Figure 19: Affichage de la fréquence de collecte des recyclables de la ville de Montréal.....	30
Figure 20 : Affichage des quartiers de l'arrondissement Cité- Limoilou.....	30
Figure 21: Affichage des écocentres dans le domaine des télécommunications de la ville de Montréal.....	31
Figure 22: Affichage du centre de tri de la ville de Montréal.....	32
Figure 23 : Configuration de GéoServer.....	32
Figure 24 : Diffusion des couches sur l'interface web avec l'outil OpenLayers.....	33
Figure 25 : Affichage de la couche collecte de la ville de Québec avec OpenLayers.....	34
Figure 26 : Affichage de la couche arrondissement de la ville de Québec avec OpenLayers.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau montrant les différents services web avec leurs descriptions et requêtes...	17
Tableau 2 : Comparaison des outils cartographiques GéoServer et MapServer.....	19
Tableau 3 Tableau des données descriptives et spatiales pour l'étude.....	23

1. Introduction

En 1989, la première politique intégrée de gestion des matières solides a vu le jour suite à la prise de conscience des pouvoirs publics et privés de faire face à la problématique des matières résiduelles. Ainsi beaucoup d'initiatives et de politiques se sont succédées (Ménard, 2010). À savoir :

- les audiences génériques sur la gestion des matières résiduelles de 1995-1996;
- la loi modifiant la loi sur la qualité de l'environnement et autres dispositions législatives liées à la gestion des matières résiduelles en décembre 1999;
- la politique québécoise de gestion des matières résiduelles de 1998-2008;
- le plan d'action 2010-2015 de la politique québécoise de gestion des matières résiduelles.

Cependant, toutes ces actions n'ont pas permis aux municipalités, ni aux populations d'être à l'abri de la prolifération des matières résiduelles dans la province du Québec. Ainsi, il est difficile d'atteindre les objectifs fixés à chaque période. Dans un esprit d'agir ensemble pour diminuer les déchets, le Gouvernement confie aux municipalités la responsabilité d'élaborer leur propre plan de gestion des matières résiduelles en tenant compte de leur contexte à savoir : mode de gestion et de traitement, le type de matières récupérés et leur outil de planification. Ce dernier permet aux populations d'avoir des informations sur la date, l'horaire et le type de matières collectées. Pour améliorer la diffusion des informations de collecte dans les municipalités, nous avons choisi de réaliser un prototype de système d'information géographique web (SIG web) pour mieux planifier la collecte des matières résiduelles.

Nous visons dans cette étude, la création d'un modèle conceptuel de données de norme québécoise portant sur la collecte des matières résiduelles, spécifiquement de créer une base de données spatialisée, et intégrer les données de collecte des matières résiduelles sur un SIG web.

1.1 Contexte

En 1972, après la conférence des Nations Unies sur l'Environnement humain « premier sommet de la terre », le Québec s'est engagé sur la voie du développement durable aux vues des différents problèmes qui dégradent l'environnement tels que : le réchauffement climatique, la pollution de l'eau et de l'air, les gaz à effet de serre, la prolifération des matières résiduelles pour ne citer que ceux-là. Ainsi, pour pallier à ces problèmes, le Gouvernement du Québec a élaboré des politiques, programmes et projets d'environnement. Dans cette optique, pour assurer une gestion saine dans le domaine des matières résiduelles, ledit gouvernement a adopté deux politiques de gestion des matières résiduelles. La première politique de 1998 – 2008 consistait à l'élaboration des objectifs de récupération et de valorisation des matières résiduelles et aussi à la planification territoriale qui permet aux municipalités régionales de rédiger leur propre Plan de Gestion des Matières Résiduelles (PGMR) (MDDELCC, 2013). De 2011 – 2015, a été adoptée la seconde politique de gestion des matières résiduelles fixant un ensemble d'objectifs quantitatifs sur la base d'un plan d'action quinquennal. Une des orientations de cette politique est de : promouvoir la récupération et la valorisation des matières résiduelles. (MDDELCC, 2014). C'est dans cette optique que les municipalités du Québec ont mis l'accent sur la planification de la récupération des matières résiduelles.

Au cours de ces dernières années, la population du Québec a connu un accroissement passant de 7. 372.448 habitants (Année 2000) à 7. 725.830 habitants (Année 2008). Ces chiffres varient avec les taux de production des matières résiduelles allant de 10,7 (2000) à 13 millions de tonnes (2008) (Olivier, 2015). Aussi, les données montrent que les taux de récupération ont presque doublé de 3,8 à 6,8 millions de tonnes. L'augmentation des taux de production et de récupération des matières résiduelles est due à l'accroissement et la consommation de la population. (Olivier, 2015). Tous ces facteurs ralentissent la gestion des matières résiduelles et ont réduit les chances d'atteindre les objectifs fixés par la politique de gestion des matières résiduelles à l'échéance 2015. Réduire considérablement les matières résiduelles est l'un des défis de la province du Québec, c'est pourquoi le pouvoir et la responsabilité sont donnés aux municipalités régionales, aux municipalités locales et à toute autre entité à caractère municipal d'exploiter et de

gérer des matières résiduelles conformément à la politique de gestion des matières résiduelles. (MAMROT, 2010)

A cet effet, conformément aux lignes directives de cette politique, les municipalités doivent élaborer des PGMR. Chaque PGMR, devra contenir les points suivants (FQM, 2012) :

- les informations sur le territoire concerné avec toutes les municipalités visées ;
- le dénombrement des organismes et des installations en réduction, en valorisation et élimination des matières résiduelles ;
- la collecte des types résidus sur le territoire, le calendrier et le coût budgétaire du plan ;
- les mécanismes de suivi-évaluation des différentes opérations.

1.2 Problématique

Aujourd'hui, les municipalités génèrent différents types de résidus regroupés en trois secteurs : des résidus municipaux, résidus du secteur des Industries, Commerces et Institutions (ICI), des matériaux secs de la Construction, Rénovation et Démolition (CRD) (Lavergne, 2015). Dans la réalisation de leur PGMR, les municipalités ont aussi le droit de choisir le ou les modes de gestion (collecte sélective, la consigne publique et privée) qui se prêtent le mieux à leur contexte. Ainsi, une bonne gestion des matières résiduelles dans une municipalité favorise l'innovation, la création d'emploi et fait appel à une importante logistique pour la récupération des matières résiduelles (MDDELCC, 2013).

Pour améliorer cette logistique, la planification de la collecte des matières résiduelles est de premier ordre donc, les citoyens planifient la collecte en disposant des informations sur les horaires, les types de collecte, l'itinéraire jusqu'à la déchetterie. Toutes les informations sur la récupération sont communiquées aux populations à travers des outils web. Ces derniers sont choisis dépendamment des municipalités. Prenant l'exemple de certaines villes comme Boucherville (Ville de Boucherville, 2010) et Lévis (Ville de Lévis, 2015), les citoyens obtiennent les informations de collecte (généralement en fichier PDF téléchargeable) via le site web de leur dite ville. Ce fichier téléchargé montre soit un calendrier annuel ou journalier avec des initiales représentant les types de collecte

ou bien des cartes statiques avec de différents couleurs montrant les jours de collecte par secteur (MRC Pierre de Saurel, 2015).

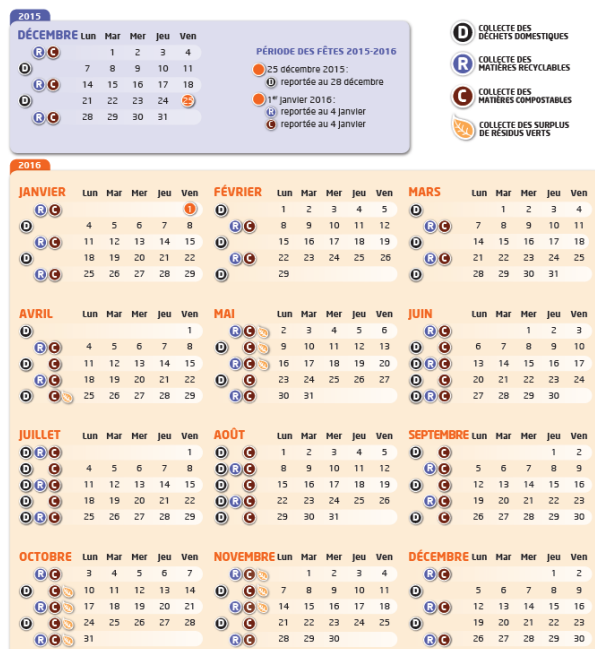


Figure 1 : Calendrier annuel de collecte des matières résiduelles 2016 de la ville de Lévis Secteur Est (Téléchargeable en PDF).

Tiré de <https://www.ville.levis.qc.ca/environnement-et-collectes/collectes/horaire-frequence/>

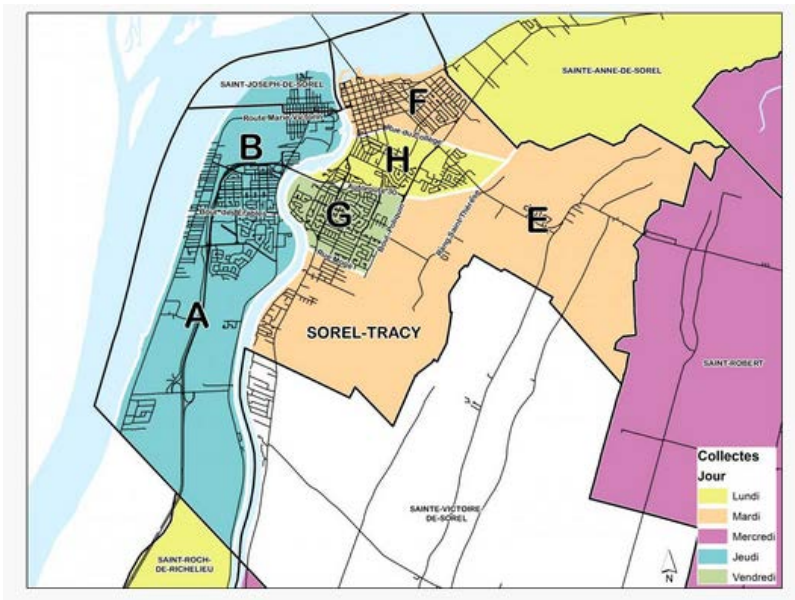


Figure 2 : Calendrier journalier de collecte matières résiduelles et par délimitation de secteurs MRC Pierre de Saurel (Téléchargeable en PDF).

Tiré de <http://www.mrcpierredesaurel.com/responsabilites/gestion-des-matieres-residuelles/info-collecte>

D'autres territoires à l'instar de la Ville de Québec (Québec, 2016) et MRC de la Vallée de l'or (MRCVO, 2016) présentent leur calendrier de collecte des matières résiduelles via leur site web officiel. Ces calendriers sont mieux structurés car les populations ont la possibilité d'effectuer une recherche par l'adresse de localisation ou de résidence. Cette recherche lui permet d'obtenir des informations sur les horaires, les types de collecte et leurs fréquences dans le secteur de résidence mentionné (Ville de Québec et MRCVO, 2016).

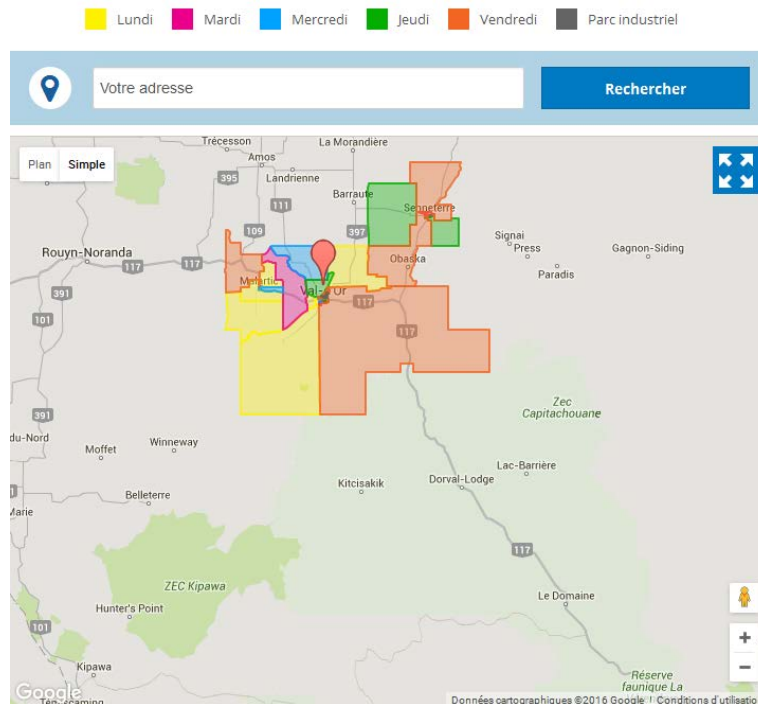


Figure 3 : Calendrier de collecte via une carte interactive par localisation d'adresse dans le MRC de la Vallée de l'or.

Tiré de <http://mrcvo.qc.ca/environnement/environnement-collectes-2/collectes/>

D'autres municipalités régionales ou villes choisissent d'informer leurs habitants à travers des applications cartographiques web. C'est le cas de la ville de Sherbrooke qui dispose d'une carte interactive liée à la collecte des matières résiduelles (Ville de Sherbrooke, 2016).

Au regard de l'analyse portée sur les outils d'informations sur la collecte des matières résiduelles qu'utilisent les municipalités, il est à noter que la conception de ces outils varie au sein de la province du Québec. L'outil statique « info collecte » sur un site web fournit et expose les informations aux populations tandis que l'application cartographique

web de collecte des résidus sur laquelle reposent certaines municipalités permet aux habitants de manipuler les informations et accomplir des tâches spécifiques.

Le web étant devenu un facteur d'ouverture sur le monde, les gouvernements, les provinces, les municipalités créent et utilisent leurs outils web à leur façon (Frochot, 2014). De nos jours, avec la mondialisation, la réalisation des programmes, projets et même des données doivent être uniformisés au sein des municipalités. C'est dans cette optique qu'en matière de planification de la récupération des matières résiduelles, l'uniformisation des données au sein des municipalités du Québec devient un paramètre important.

Pour démarrer cette étude, nous allons nous concentrer sur la province de Québec et plus particulièrement sur les deux plus grandes villes : Montréal et Québec.

1.3 Objectifs

1.3.1 Objectif général

L'objectif général est de:

- concevoir un modèle conceptuel de données de norme québécoise portant sur la collecte des matières résiduelles.

1.3.2 Objectifs spécifiques :

Plus spécifiquement, nous visons les sous-objectifs suivants:

- développer une norme provinciale générique pour la collecte des matières résiduelles ;
- créer une base de données spatialisée ;
- intégrer et visualiser les données de collecte des matières résiduelles sur un SIG web.

Pour mieux analyser et évaluer tous les contours de notre sujet, nous avons établi une revue de littérature et consolider nos connaissances en matière de SIG web.

2. Cadre théorique (état des connaissances, revue de la littérature)

2.1 Règlementation liée à la gestion des matières résiduelles

« Les matières résiduelles » se définissent comme toutes sortes de matières exceptées les matières dangereuses et les déchets spéciaux qui sont inutiles, abandonnées voir jetées par les ménages, les industries, les commerces et les institutions (MDDELCC, 2015).

La gestion des matières résiduelles permet de gérer une série d'opérations basée sur l'application des 3RV-E : Réduction à la source, le Réemploi, le Recyclage, la Valorisation et l'Élimination. Une meilleure gestion des matières résiduelles favorise l'économie des ressources (Olivier. 2015).

Selon la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, les trois paliers gouvernementaux du Canada gèrent des responsabilités en matières résiduelles. À l'échelle nationale et à l'échelle internationale, le Gouvernement fédéral contrôle le transport des déchets dangereux en mer et les substances toxiques (Baron, 2013).

Quant aux gouvernements provinciaux et territoriaux, ils ont la responsabilité de gérer leurs résidus. Les administrations municipales ont les compétences de planifier la récupération, le transport, voir la gestion des matières résiduelles (Baron, 2013). Cette dernière s'appuie sur deux politiques de Gestion des Matières Résiduelles adoptées par le MDDEFP.

2.1.1 Politique de Gestion de Matières Résiduelles

La première Politique de Gestion des Matières Résiduelles de 1998-2008 avait pour objectif de valoriser à 65%, de matières résiduelles (60% secteur résidentiel ; 60% secteur de construction, rénovation et construction ; 80% secteur des industries, commerces et institutions.

La seconde Politique de Gestion des Matières Résiduelles de 2011-2015 par son plan d'action pour objectif de : (MDDEP, 2011)

- ramener à 700 kg par habitant la quantité de matières résiduelles éliminées, soit une Réduction de 110 kg par habitant par rapport à 2008;
- recycler 70 % du papier, du carton, du plastique, du verre et du métal résiduels;
- recycler 60 % de la matière organique putrescible résiduelle;
- recycler ou valoriser 80 % des résidus de béton, de brique et d'asphalte;
- trier à la source ou acheminer vers un centre de tri 70 % des résidus de construction, de rénovation et de démolition du segment du bâtiment.

2.1.2 Le rôle du Gouvernement

Le Gouvernement a le pouvoir de réglementer la réduction, la récupération, la valorisation et l'élimination des matières résiduelles. Ce rôle est confié au Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Certains mandats peuvent être délégués à la Société québécoise de récupération et de recyclage (Recyc-Québec) dans la planification régionale de la gestion des matières résiduelles. Pour l'élimination des matières résiduelles et la protection de l'environnement, le gouvernement peut fixer les frais de mise en décharge. Il propose des conditions pour la réduction de la quantité des matières résiduelles.

En matière de récupération et de valorisation, le gouvernement peut regrouper les matières résiduelles en différents types de collecte et choisir les modes de gestion des matières (MAMROT, 2014).

2.1.3 Les municipalités locales

Le Québec compte 1011 municipalités locales (MAMROT, 2014). Toute municipalité locale élabore un plan de gestion des matières résiduelles conduisant au choix d'un système d'élimination ou de valorisation. Elle peut aussi en vertu d'un contrat être financée et exploitée par une personne. Il faut également que la municipalité puisse s'acquitter des frais de transport et de mise en décharge.

2.1.4 Les communautés métropolitaines

Pour une meilleure gestion des matières résiduelles, les communautés métropolitaines sont dotées d'un Plan Métropolitain de Gestion des Matières Résiduelles (PMGMR). Ce dernier émane de la volonté du conseil des élus de réduire, récupérer, valoriser et éliminer les matières résiduelles (MDDELCC, 2013). C'est le cas de la Communauté Métropolitaine de Montréal, la Communauté Métropolitaine de Québec parmi tant d'autres qui disposent d'un PMGMR.

2.1.5 Les Municipalités Régionales de Comté

Ils ont aussi la compétence d'élaborer un PGMR. Ce PGMR comprend : la description du territoire concernée et les différentes municipalités touchées, le dénombrement des organismes et des installations en réduction, en valorisation et élimination des matières résiduelles ; la collecte des types résidus sur le territoire, le calendrier et le coût budgétaire du plan ; et les mécanismes de suivi-évaluation des différentes opérations (MAMROT, 2010). Une MRC peut déléguer à un groupement de municipalités locales, la responsabilité de réaliser un projet de gestion. Aussi plusieurs MRC peuvent s'entendre pour élaborer un PGMR. Nous dénombrons au Québec 87 Municipalités régionales (MAMROT, 2014).

2.1.6 Nouvelles perspectives de 2015-2020

Le PMGMR propose de nouveaux objectifs à l'horizon 2025. Il s'agit de : (CMM, 2016)

- maintenir «zéro enfouissement»;
- adopter une approche graduelle;
- valoriser des matières organiques.

2.2 Usage et application des SIG dans le domaine des matières résiduelles

Un SIG est un système de réseau comprenant matériels et logiciels géré et utilisé par un ou plusieurs utilisateurs dans le but de répondre aux préoccupations de différents domaines à caractère géographique. Le domaine de matières résiduelles est l'un des domaines parmi tant d'autres dans lequel interviennent les SIG. L'utilisation de ces derniers permet de réduire le temps et les coûts de collecte des matières résiduelles, la planification des itinéraires de collecte, le choix et l'emplacement des infrastructures de gestion des matières résiduelles (centres de récupération, de tri, de traitement, de recyclage des matières résiduelles) (Wilcox, 2012).

Les SIG peut être aussi un outil d'aide à la décision pour les pouvoirs publics et les citoyens dans la gestion des matières résiduelles.

Depuis la naissance d'internet, les cartes web ont connu des avancées considérables et surtout avec l'existence des premiers navigateurs au début des années 90. Ces cartes dynamiques étaient d'abord disponibles sur des ordinateurs de bureau et ensuite sur les

téléphones intelligents et tablettes. Ainsi, grâce au web, la diffusion des données et des cartes deviennent de premier ordre et mises à disposition du public (Quinn et Dutton, 2014).

Aujourd'hui, nous disposons à travers différents pays, diverses manières de concevoir des outils cartographiques web liées à des domaines d'activités distinctes. En exploitant la littérature sur les SIG web pour la planification et la gestion des matières résiduelles, nous avons rencontré beaucoup de cartographies dynamiques web. Notre regard porte sur certains outils cartographiques que nous avons trouvés pertinents

Exemple 1 : *WASTE ATLAS*

Un atlas des déchets pour tout le monde. Carte d'accès ouverte et mobile, cette application web permet de visualiser les données de gestion des déchets solides provenant de partout dans le monde. Elle donne un accès gratuit aux informations en matière de déchets sur plusieurs villes et pays. Dans le cadre de ce projet, les organisations, les scientifiques et les professionnels sont appelés à contribuer à une meilleure qualité de données de gestion des déchets. Les données publiées dans l'atlas des déchets constituent un large éventail de source de données (Waste.2012). Pour concevoir cette API, des technologies ont été utilisées cependant, nous retenons seulement l'interface cartographique *Googlemaps*.

L'API WASTE ATLAS montre des avantages à savoir : l'existence d'une base de données mondiale concernant les matières résiduelles, la convivialité de l'interface et le calcul de la production des déchets en temps réel dans le monde. Cependant, nous notons certaines limites qui sont: la localisation imprécise de certaines adresses sur l'API, le manque de distinction entre les types de déchets et l'indisponibilité de certaines données.

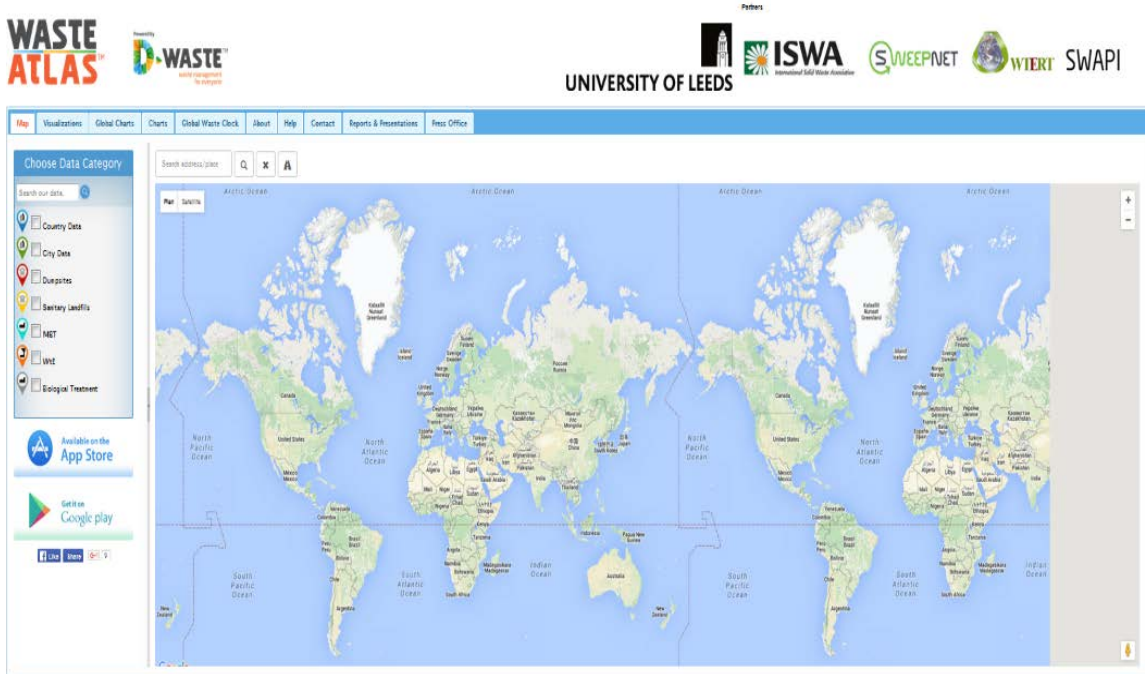


Figure 4 : API WASTE ATLAS, l'Atlas des déchets pour tout le monde.

Tirée de <http://www.atlas.d-waste.com/>

Exemple 2 : API Thau Agglo

Un outil de collecte conçu pour la structure intercommunale française, située dans le département de l'Hérault. Ce dernier est intégré au site web de l'intercommunal Thau Agglo France avec l'interface cartographique web *Leaflet*. En introduisant, dans l'onglet de l'outil collecte, une adresse de localisation située dans l'intercommunal Thau Agglo, nous obtenons des informations sur : les jours de ramassage des poubelles (emballage ménager recyclable, ordures ménagères, verres) ; la localisation des centres de tri les plus proches ainsi que l'itinéraire jusqu'à la déchetterie (Thau Agglo, 2016). Pour la réalisation de cette carte interactive, les technologies utilisées sont :

- *Leaflet*, interface cartographique ;
- *MySQL*, base de données.

API Thau Agglo présente les avantages suivants : la simplicité des fonctionnalités et la facilité d'utilisation par les utilisateurs.

Les limites sont : l'absence d'interaction avec plusieurs parties de la carte, le manque de certains objets dans la légende de la carte.

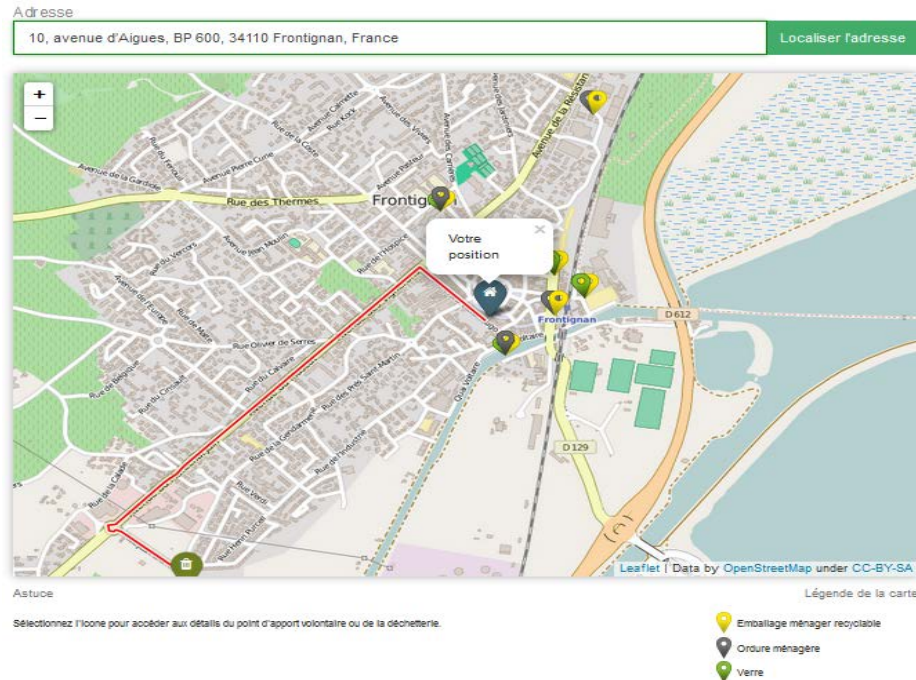


Figure 5 : Thau Agglo, carte interactive de collecte intercommunale d'Hérault-France.

Tirée de <http://www.thau-agglo.fr/outil-collecte/>

Exemple 3 : Carte interactive associée aux matières résiduelles de la ville de Sherbrooke.

Cette dernière est réalisée avec une interface web de la compagnie Esri. Elle nous permet d'accéder aux horaires, aux types de collecte (déchets, matières recyclables et compostables, feuilles mortes, encombrants et des résidus de bois) et leurs fréquences dans les différents arrondissements de Sherbrooke. La réalisation de cette carte interactive a fait appel à plusieurs technologies dont l'interface de cartographie web *ArcGIS*.

Les avantages de cette API sont : l'interaction de l'utilisateur avec la carte interactive, le détail (types de matières et outil de tri), des informations de collecte des matières résiduelles. Nous pouvons mentionner certaines limites à savoir : l'inexistence d'un document officiel et l'irrégularité des données pour une mise à jour constante.

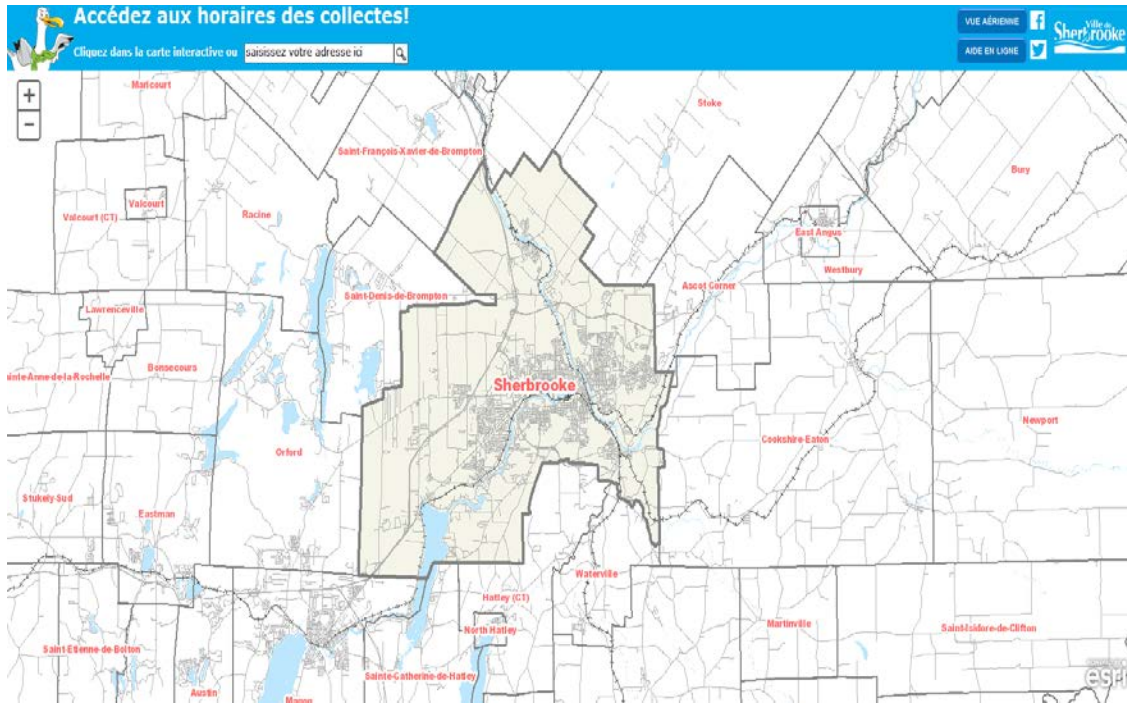


Figure 6 : Carte interactive des matières résiduelles de la ville de Sherbrooke.

Tirée de <http://carte.ville.sherbrooke.qc.ca/msmenvironnement/>

Exemple 4 : Outil info collecte de la Ville de Québec intégré au site de ladite ville.

Cet outil permet de renseigner sur les horaires de collecte des matières résiduelles. En effectuant la recherche par adresse, les résultats donnent les informations suivantes : le jour et la fréquence et les contenants de récupération et l'heure de dépôt par collecte de matières (ordures ménagères, matières recyclables, résidus verts, encombrants). Cet outil est utile dans la mesure où il permet aux populations à Québec de planifier la récupération des matières résiduelles en suivant le calendrier préétabli par la municipalité. D'autres informations sur le compostage, les écocentres, le guide de tri pouvant servir sont disponibles sur le site web (Québec, 2016).

Les avantages de l'outil info collecte de la ville de Québec sont : les informations de collecte des matières résiduelles précises par adresse de résidence, la rapidité d'exécution de la recherche et les types de déchets avec les horaires de collecte. Les limites suivantes sont à considérer : l'impossibilité de réaliser des tâches spécifiques par l'utilisateur.

Info-collecte

Info-Collecte vous permet de connaître le jour où sont enlevées chez vous les matières résiduelles. **Inscrivez votre adresse**, vous obtiendrez l'horaire de toutes les collectes pour votre secteur.

Adresse :

1935 henri-bourassa

Exemples : 430 4e rue
1935 henri-bourassa

Rechercher

Vous avez fourni cette adresse :

1935, Boulevard Henri-Bourassa (Arrondissement de La Cité-Limoilou)

Dans ce secteur, les collectes s'effectuent aux moments suivants.

Pour connaître les dates précises de collecte, consultez le [calendrier des collectes](#).

Ordures ménagères et branches 	<p>Le mercredi, chaque semaine</p> <p>Contenants acceptés : bacs roulants, sacs et poubelles</p> <p>Heures de dépôt des matières : après 19 h la veille de la collecte ou avant 7 h le jour même*</p> <p>*Collectes dans la journée (Milieu : <i>mi-dense</i>)</p>
Matières recyclables 	<p>Le mercredi, chaque semaine</p> <p>Contenants acceptés : bacs roulants, paniers de recyclage et sacs transparents (100 L et moins)</p> <p>Heures de dépôt des matières : après 19 h la veille de la collecte ou avant 7 h le jour même*</p> <p>*Collectes dans la journée</p>
Résidus verts 	<p>Le mercredi, chaque semaine pendant les périodes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • du 18 avril au 13 mai 2016; • du 3 octobre au 18 novembre 2016.
Encombrants (monstres) 	<p>Pour utiliser le service de collecte des encombrants, prenez connaissance des modalités en vigueur dans votre arrondissement.</p>
Arbres de Noël 	<p>Les arbres de Noël sont ramassés à même la collecte des ordures.</p> <p>Certaines consignes doivent cependant être respectées pour que votre arbre soit ramassé. Pour plus de renseignements, consultez la section Arbres de Noël.</p>

Figure 7 : Outil Info collecte de la ville de Québec.

Tirée de https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/matieresresiduelles/info_collecte.aspx

Exemple 5 : Outil info collecte de la ville de Montréal

Cet outil permet de renseigner sur les horaires de collecte des arrondissements de Montréal. Pour trouver des informations de collecte concernant son quartier il suffit de rentrer le code postal. En soumettant notre demande, nous avons les résultats suivants : (Ville de Montréal, 2015).

- Date et horaires de récupération
- Les types de collecte avec différents résidus.

Les avantages de cet outil sont : la synthèse des informations de collecte par code postal. L'outil info collecte de la ville de Montréal connaît certaines limites à savoir : l'impossibilité de réaliser des tâches spécifiques par l'utilisateur et l'absence d'informations pour certains types de déchets.

Figure 8 : Outil Info collecte de la ville de Montréal

Tirée de <https://servicesenligne2.ville.montreal.qc.ca/sel/infocollectes/?lang=fr>

2.3 Architecture et fonctionnement d'un SIG web

2.3.1 Composantes d'un SIG web

Un SIG web est formé généralement de trois composantes : Client, Serveur cartographique, Serveur de données (Laury et Saysanasy, 2012).

- Client: composante représentée par un certain nombre d'outils servant à interroger les serveurs cartographiques. Il existe différents clients qui conduisent un ou des utilisateurs à visualiser les cartes en ligne via les navigateurs.
- Serveur cartographique: composante qui permet de créer des cartes grâce aux données géographiques stockées sur un serveur. Nous avons deux types de serveurs cartographiques tels que: les serveurs cartographiques libres *GéoServer*, *MapServer* et les serveurs cartographiques propriétaires tels que *ArcGIS Server*, *MapGuide*.
- Serveur de données : composante de gestion de Base de données à référence spatiale. Exemple de base de données: *PostgreSQL* avec l'extension *PostGIS*.

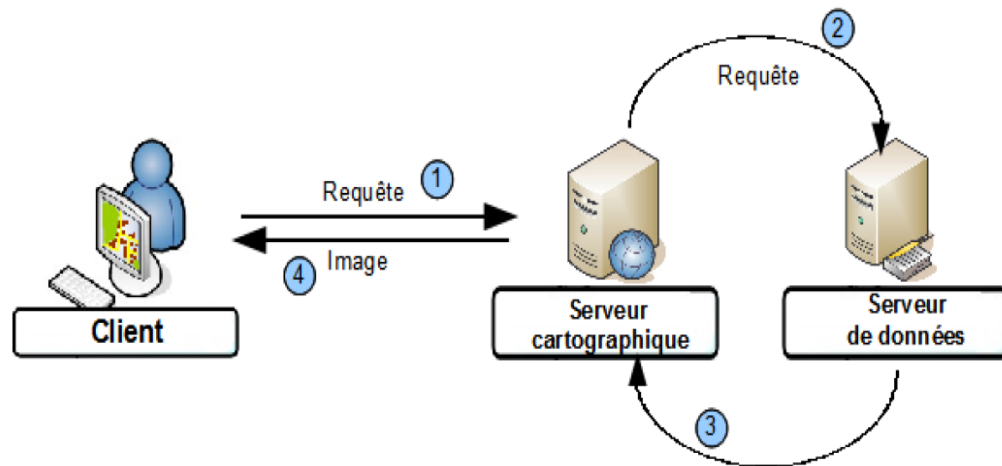


Figure 9 : Architecture d'un SIG web

Laury et Saysanasy, 2012

Pour obtenir les images de cartes de données géospatiales souhaitées, l'utilisateur fait appel au client (application web) qui envoie une requête au serveur cartographique (2). Cette dernière traite la requête géographique en interrogeant le ou les serveurs de données spatiales disponibles (3). La réponse du serveur cartographique renvoie l'image ou les images de cartes souhaitées au client (4).

2.3.2 Les services web : les normes de l'OGC

La diffusion des données géospatiales et l'interopérabilité des systèmes d'informations géographiques font appel aux normes de l'OGC. Cette dernière est une association internationale, créée en 1994 qui regroupe certaines spécifications et des standards.

Tableau 1 : Tableau montrant les différents services web avec leurs descriptions et requêtes

Pauthonnier, 2010

Services Web	Description	Requêtes
WMS (Web Map Service)	Un protocole qui permet aux serveurs de données de retourner des cartes visuelles avec certaines entités à la suite la demande du client. Il existe aussi un WMS-C, service web caché qui propose des moyens efficaces pour traiter et obtenir des cartes par tuiles.	<i>GetCapabilities, GetMap, GetFeatureInfo</i>
WFS (Web Feature Service)	un protocole qui fait appel aux opérations de création, modification, de suppression des entités géographiques vectorielles sur des cartes. Nous distinguons deux types de serveurs WFS (basiques et transactionnels).	Serveurs basiques (<i>GetCapabilities, DescribeFeatureType, GetFeature</i>). Serveurs transactionnels WFS-T (<i>GetCapabilities, DescribeFeatureType, GetFeature, LockFeature, Transaction</i>).
WCS (Web Coverage Service)	Un service de grilles permet d'obtenir des données géographiques de type grilles.	<i>GetCapabilities, DescribeCoverage, GetCoverage</i> .
WPS (Web Process Service)	Un service de geotraitement est un protocole qui permet d'effectuer un geotraitement.	<i>GetCapabilities, DescribeProcess, Execute</i>

2.4 Les outils de cartographie web

2.4.1 Les logiciels SIG

Les logiciels SIG (ou cartographiques) accomplissent cinq principales fonctions : (Tchioffo, 2008)

- **Abstraction** (organiser les différentes données géographiques par composants et descriptifs).
- **Acquisition** (acquérir des données géographiques pour le SIG).
- **Archivage** (stocker et à gérer les systèmes de bases de données).
- **Analyse** (interroger les données géographiques en vue de donner des réponses).
- **Affichage** (réaliser et diffuser des cartes avec des informations géographiques).

Il existe deux types de logiciels SIG: les SIG libres communément appelés en anglais «open source» et les logiciels SIG propriétaires. Notre choix porte sur les logiciels libres car ce sont des logiciels disponibles et accessibles gratuitement et dont le code source peut être modifié, adapté et partagé par le public. Les SIG libres montrent des avantages comme : la transparence, la flexibilité et la qualité du code source, l'indépendance de l'utilisateur, l'interopérabilité suivant les normes de l'OGC et permet la diffusion et l'échange des données, la réduction des coûts d'obtention (Steiniger et Bocher. 2008). Au-delà de toutes les fonctionnalités que possèdent les logiciels SIG libres, ils présentent certains inconvénients à savoir : sources de revenus faibles par rapport aux logiciels propriétaires, la liberté de concurrence pour la création d'un logiciel similaire, la recherche de revenus complémentaires, et l'insatisfaction de tous les besoins types des utilisateurs (Steiniger et Bocher, 2008). Nous pouvons résumer les avantages et les inconvénients des logiciels SIG libres en ces termes: *«When we call software ‘free’, we mean that it respects the users essential freedoms: the freedom to run it, to study and change it, and to redistribute copies with or without changes. This is a matter of freedom, not price, so think of ‘free speech’, not of ‘free beer’ »*. (Lorsque nous appelons le logiciel« libre », nous voulons dire qu'il respecte les libertés essentielles des utilisateurs: la liberté de l'exécuter, à étudier et le modifier, et de redistribuer des copies, avec ou sans changements. Ceci est une question de liberté, pas de prix, alors pensez de «liberté d'expression», pas de «bière gratuite») (Steiniger et Bocher, 2008). La géomatique offre

de nombreux outils libres dont les plus connus sont : *GRASS GIS*, *Quantum GIS*, *gvSIG*, *uDig*, *SAGA GIS*.

2.4.2 Les serveurs cartographiques

Les solutions commerciales et les solutions libres sont deux types de serveurs favorisant la publication des données. Pour assurer l'interopérabilité, il est essentiel d'utiliser des serveurs libres. Deux serveurs cartographiques sont utilisés comme des solutions libres : *MapServer* et *GéoServer*. Cependant, nous pouvons citer quelques exemples de solutions commerciales aussi à savoir : *ArcGIS*, *GéoMedia* et *MapInfo*.

Tableau 2 : Comparaison des outils cartographiques GéoServer et MapServer

Baldé, 2008

Serveurs cartographiques	GéoServer	MapServer
Points forts	Structure homogène avec les applications (GeoAPI, GeoTools) et respect des normes de l'OGC. Convivialité avec l'interface et les cartes. Licence Grand Public.	Solution libre et évolution rapide. Interopérabilité. Flexibilité et adaptabilité. Compatibilité avec divers langages de développement et plusieurs serveurs web. Production des images sous un grand nombre de formats.
Points faibles	Difficulté d'avoir une bonne documentation. Serveur lent par rapport à MapServer.	Forte nécessité en développements. Qualité du rendu graphique. Lourdeur de l'installation.

2.4.3 Les systèmes de gestion de bases de données à référence spatiale (SGBDRS)

Il existe différents systèmes de SGBDRS qui offrent des composantes pour le stockage des données géospatiales. A cet effet nous pouvons citer : *MySQL spatial*, *Oracle spatial*, *PostgreSQL/PostGIS*. Dans ce travail, *PostgreSQL* avec l'extension *PostGIS* répond le mieux à notre besoin compte tenu des avantages suivants : la gestion de données, la conformité avec les normes de l'OGC, les opérateurs performants, la possibilité d'ajouter d'autres systèmes (Baldé, 2008).

2.4.4 Les interfaces cartographiques web

Les interfaces cartographiques web sont des applications accessibles partout et à tout moment. . Elles sont exécutées par les utilisateurs via différents navigateurs web. Les interfaces de programmations (API) de ces interfaces présentent des avantages comme : l'utilisation des applications sur différents supports web (les ordinateurs, les tablettes et les téléphones intelligents), la diminution des frais de maintenance, l'interopérabilité des données, un support performant et la gestion des données multimédia (textes, photos, vidéos) et accessibilité partout et n'importe où grâce à l'internet. (CVCI. 2012).

Dans les nouvelles générations d'applications web, nous pouvons citer : *OpenLayers3*, *Leaflet*, *ArcGIS web Mapping*, *Googlemaps* et *Mappy*.

2.5 Bilan de la revue de la littérature

À travers nos lectures, nous pouvons noter les points suivants :

- Au niveau réglementation, la politique de gestion des matières résiduelles adoptée par le gouvernement du Québec devient complexe à cause de la superposition des responsabilités que partagent les municipalités locales, les MRC et les communautés métropolitaines. La réglementation sera moins prise en compte dans le SIG.
- Au niveau technologique, de nombreuses solutions sont disponibles, toutefois l'approche open source pourrait peut-être permettre une plus grande flexibilité et interopérabilité dans domaine faisant appel à de nombreux acteurs.

Pour notre travail de recherche, nous avons défini deux sites qui sont : la ville de Québec et la ville de Montréal.

3 Matériels et Méthodes

3.1 Site d'étude

- *La Ville de Québec*

La Ville de Québec située entre fleuves et montagnes dans la région de la capitale nationale (province du Québec). Peuplée de 516. 620 habitants (2011), la Ville de Québec a une superficie de 454 28 km² couverte d'espaces verts et cours d'eau (Ville de Québec, 2015). Le majeur cours d'eau est le fleuve Saint Laurent, cependant nous avons aussi d'autres ruisseaux, lacs et rivières qui jouent un rôle dans l'irrigation des terres de la ville. La Ville de Québec est découpée administrativement en six arrondissements (Beauport, Charlesbourg, la Cité-Limoilou, la Haute-Saint-Charles, les Rivières, et Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge). Ces différents arrondissements sont divisés en plusieurs quartiers.

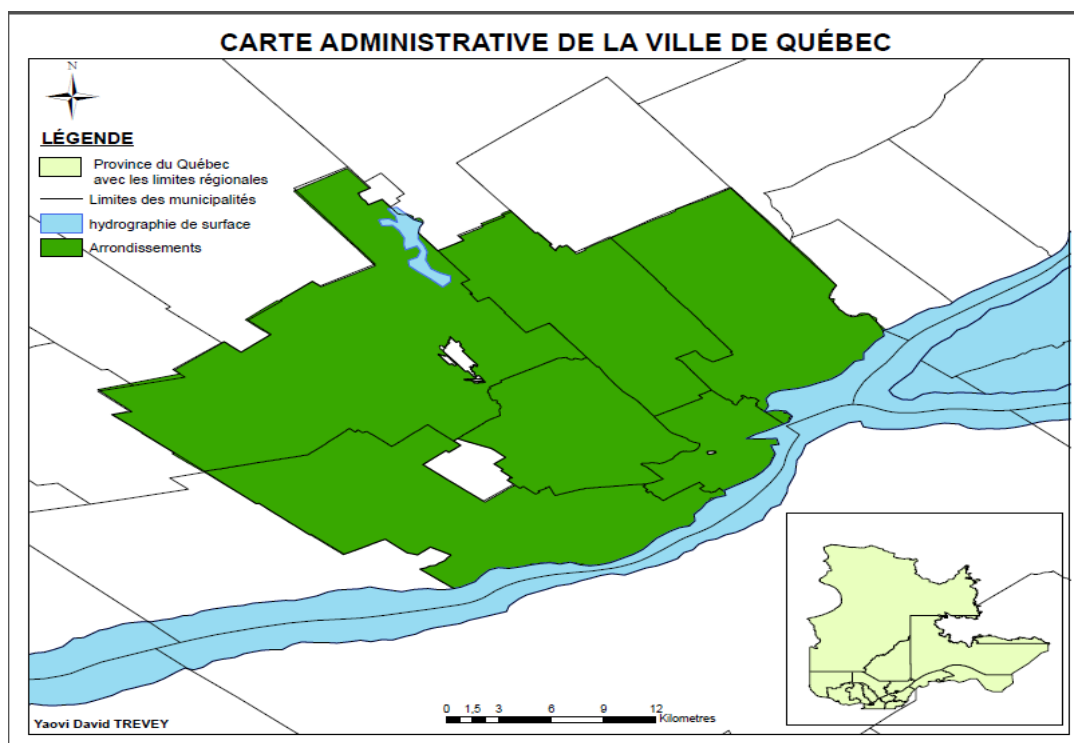


Figure 10 : Carte de la Ville de Québec et ses limites administratives.

Réalisé par Yaovi David Trevey avec ArcMap d'ArcGIS.

- *La Ville de Montréal*

La Ville de Montréal, principale métropole se situe dans le sud de la province du Québec. Couvrant une superficie de 365,2 km et une population de 1.649.519 habitants, Montréal est la deuxième plus grande ville du Canada. (Montréal en statistiques, 2012) Elle compte dix-neuf (19) arrondissements. Chaque arrondissement est subdivisé en quartiers et offre des services d'ordre public à leur population (Ville de Montréal, 2015).



Figure 11 : Carte de l'île de Montréal et ses dix-neuf (19) arrondissements

Tirée de <http://a211.qc.ca/galleries-dexperiences/au-quebec/montreal-paddcm/>

3.2 Données

Les Villes de Montréal et Québec nous propose un catalogue de données ouvertes.

Tableau 3 : Tableau des données descriptives et spatiales pour l'étude.

Couche de données	Année	Source
Arrondissements de la ville du Québec	2014	Ville de Montréal
Arrondissements de la ville de Montréal	2015	Ville de Québec
Quartiers de la ville de Montréal	2015	Ville de Montréal
Quartiers de la ville de Québec	2015	Ville de Québec
Collecte des matieres résiduelles	2015	Ville de Montréal
Collecte des matieres résiduelles	2013	Ville de Québec
Voies publiques et intersections ville de Québec	2016	Ville de Montréal
Voies publiques ville de Montréal	2016	Ville de Québec

Après le recueil des données, nous avons choisi la méthode appropriée pour notre étude.

3.3 Méthodologie

La réalisation de notre prototype SIG web de collecte des matières résiduelles suit plusieurs étapes. Ces dernières sont ordonnées en un organigramme méthodologique (Figure 12).

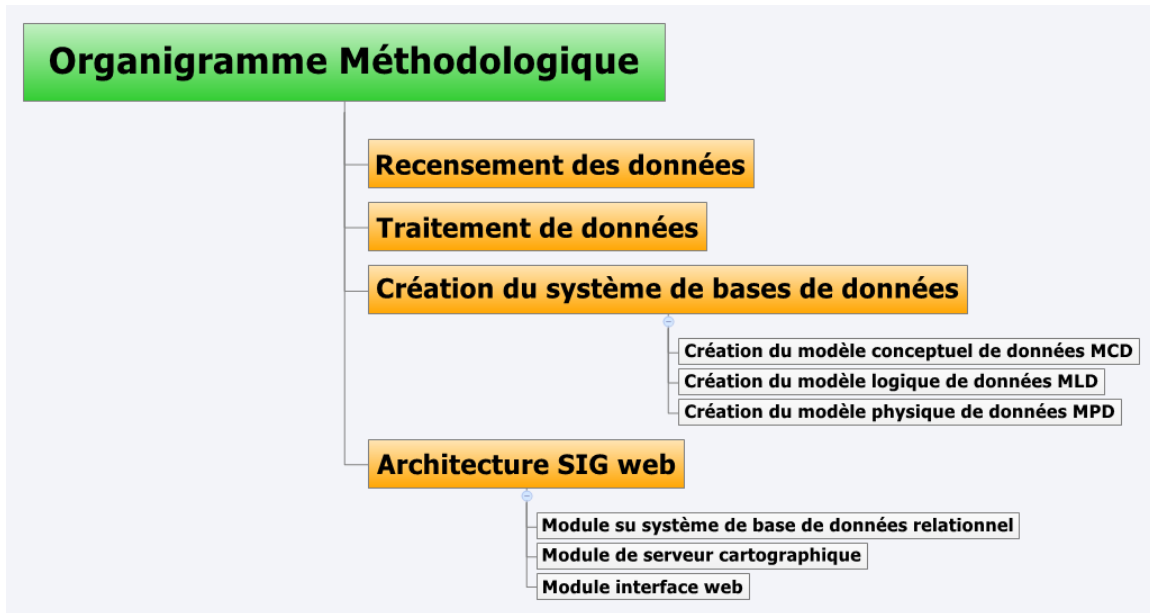


Figure 12 : Étapes méthodologiques de réalisation du prototype.

3.3.1 Le recensement des données

Cette étape consiste à recueillir des données. Notre recherche a été effectuée à partir d'une série de banque de données disponibles. Les services de bibliothèques et archives de l'Université de Sherbrooke via banques de noms de lieux du Québec, base de données toponymes du canada. Les données indispensables pour notre projet, étaient accessibles dans le catalogue de données ouvertes du site officiel de la Ville de Québec. Après l'acquisition des données géospatiales, nous avons effectué le traitement des différentes données trouvées.

3.3.2 Le traitement des données

Le traitement des données consistait à faire la mise en conformité des données. Cette opération a permis aussi de vérifier la compactibilité des données avec les logiciels libres utilisés tels que : *QGIS*, *PostgreSQL/PostGIS*.

3.3.3 La création du système de base de données

La démarche de conception de la base de données se construit en plusieurs étapes à savoir :

- la création du modèle conceptuel de données (MCD);
- la réalisation du modèle logique de données (MLD);
- la création du modèle physique de données (MPD).

La création du MCD

C'est une étape fondamentale dans de la réalisation d'une base de données fiable et opérationnelle. Le MCD permet de schématiser de façon structurée des données utiles pour notre système d'information. Nous nous sommes appuyés sur la méthode d'UML pour la création du MCD.

La collecte des déchets dans une ville est basée sur le principe qu'il existe un centre de tri. La collecte est effectuée selon une certaine fréquence et selon les arrondissements. Le citoyen a la possibilité d'apporter des déchets particuliers dans les écocentres. Les ménages ou les citoyens peuvent produire différents types de résidus. Ces derniers doivent être récupérés en tenant compte des saisons. Aussi, les écocentres et les centres de tri de la municipalité doivent pouvoir gérer leurs dates et heures d'ouvertures.

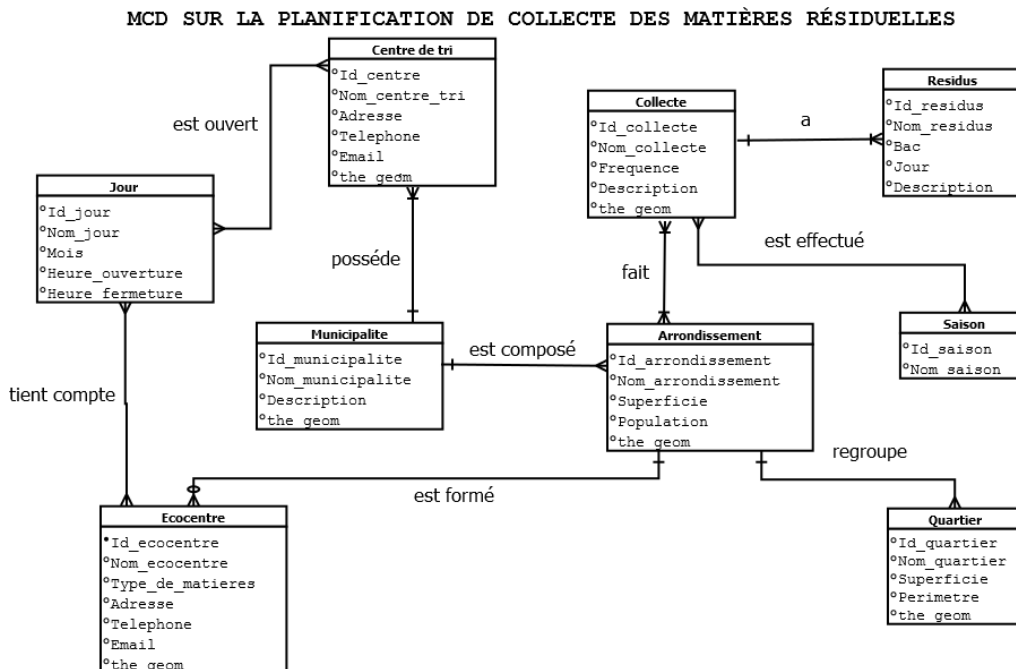


Figure 13 : MCD sur la planification de la récupération des matières résiduelles.

La réalisation du MLD

Après l'étape de création du MCD, nous avons réalisé le MLD qui consiste à structurer les classes avec les relations entité –association (Pillou, 2015).

La ville regroupe plusieurs arrondissements donc le service de récupération peut effectuer un ou plusieurs collectes par saison. Pour chaque arrondissement, nous pouvons avoir plusieurs quartiers. Les écocentres offrent aux citoyens la possibilité de déposer un ou bon nombre de leurs résidus. Ces derniers peuvent aussi faire l'objet de tri dans un centre de tri que dispose la ville ou la municipalité.

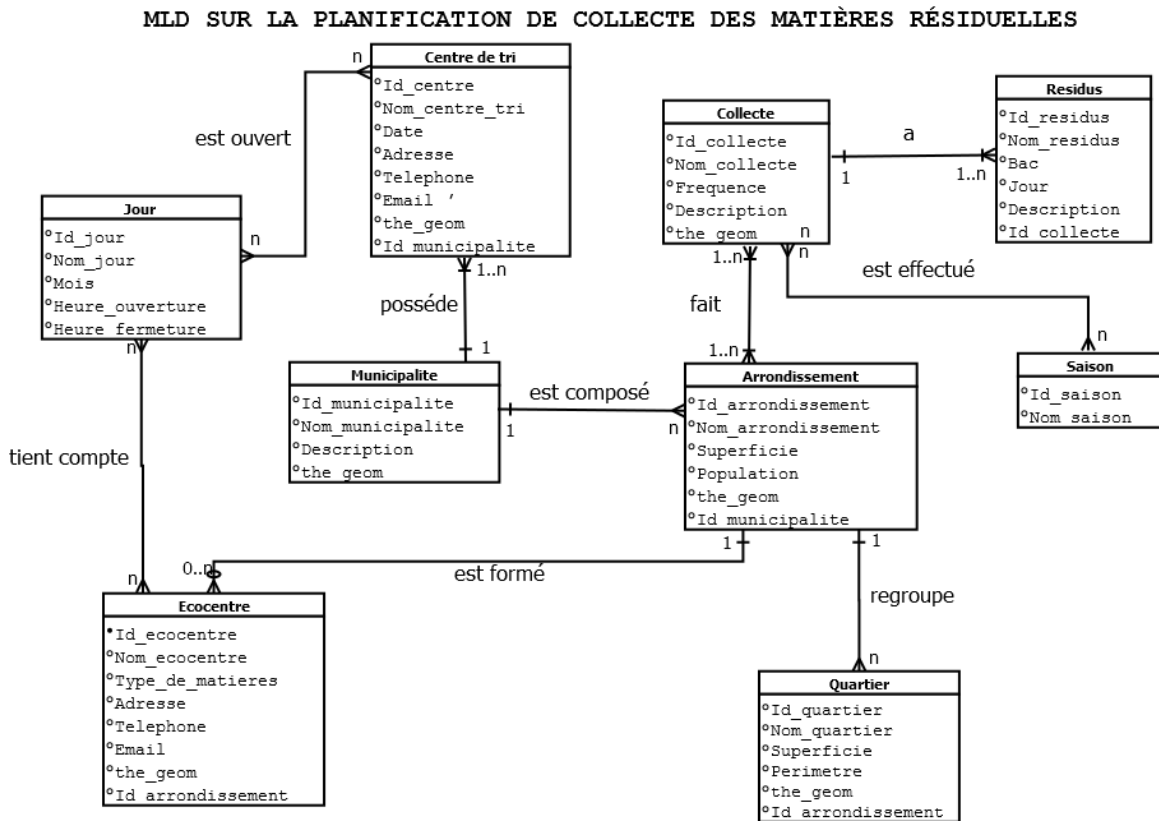


Figure 14 : MLD sur la planification de la récupération des matières résiduelles.

La création du MPD.

Des MCD et MLD, découlent le MPD. Ce dernier a permis d'implémenter le modèle dans le SGBDRS en utilisant le langage SQL. Exemple de table : Collecte, elle prend en compte

- un numéro d'identification de collecte;
- un nom de collecte;
- la fréquence;
- la description.

Toutes ces entités montrent des chaînes de caractères passant d'entier à caractères variables. Les tables Collecte et Saison sont liés car nous pouvons effectués plusieurs collectes selon différentes saisons et vice versa. Cette liaison nous conduit à la création d'une table d'association nommée ta_saison_collecte. Cet exemple est appliqué pour toutes les tables ayant un lien de plusieurs à plusieurs comme : Jour-Écocentre, Jour-Centre de tri, Municipalité-Centre de tri.

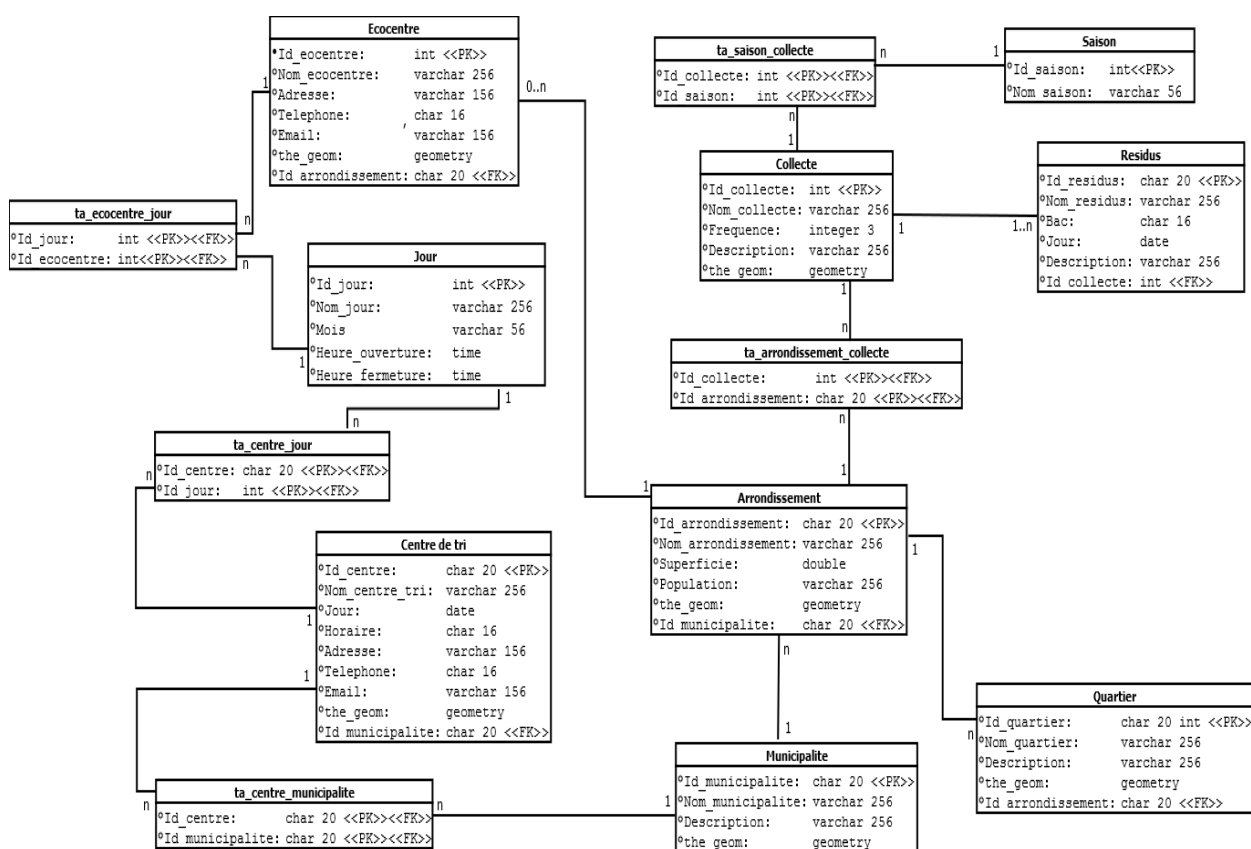


Figure 15 : MPD sur la planification de la récupération des matières résiduelles.

La finalisation du modèle physique de données, nous amène à le reproduire grâce au moteur de base de données relationnelle *PostgreSQL/PostGIS*.

4. Résultats

4.1 L'architecture du SIG web

4.1.1 Module du système de base de données relationnel

L'implémentation de notre SGBDRS s'est faite avec *PostgreSQL/PostGIS* qui dispose de nombreuses fonctionnalités (Cousin, 2008) :

- le respect des normes SQL;
- le moteur transactionnel;
- le stockage de données en plusieurs langages.

Le SGBDRS créé est disponible sur le serveur *igeomedia.com* et dont l'accès se fait via l'interface interactive web *igeomedia.com/phppgadmin*.

Dans la démarche de conception, nous avons d'une part transférés les données déjà disponibles dans le SGBDRS à l'aide de *PostgreSQL/PostGIS* et d'autres parts, les autres données ont été saisies dans les tables pour les fins de notre travail. Le SGBDR permet de répondre aux questions suivantes :

- Trouver les noms et les superficies des arrondissements de la Ville de Québec ?

```
SELECT "nom", "superficie" from "Arrondissement_qc"
```



nom	superficie
Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge	96742517.6
Charlesbourg	66476874.1
Beauport	78897812.7
Les Rivières	49163358.3
La Cité-Limoilou	23467144.8
La Haute-Saint-Charles	15350577.1

Figure 16 : Affichage des noms et superficies de la Ville de Québec.

- Quel est le nombre annuel de collectes d'encombrants de la Ville de Montréal ?

SELECT COUNT() from "Collecte_mtl" where "DESCRIPTION"= 'Collecte des encombrants'*

PostgreSQL 8.4.21 lancé sur localhost:5432 -- Vous êtes connecté avec le profil « david »	
phpPgAdmin :	PostgreSQL? : david? :
Résultats de la requête	
count	
91	

Figure 17: Affichage du nombre de collecte d'encombrants de la Ville de Montréal.

- Quels sont les noms et les adresses des écocentres se trouvant dans la Ville de Montréal?

SELECT "nom_ecocentre_mtl", "adresse" from "Ecocentre_mtl"

PostgreSQL 8.4.21 lancé sur localhost:5432 -- Vous êtes connecté avec le profil « david »	
phpPgAdmin :	PostgreSQL? : david? :
Résultats de la requête	
nom_ecocentre_mtl	adresse
Acadie	1200 boulevard Henri-Bourassa Ouest Montréal H3M 3G1 à côté du collège Bois-de-Boulogne, accès par la voie de service nord du boulevard Henri-Bourassa Métro : Henri-Bourassa Autobus : 171 ou 164
cote des neiges	6925 chemin de la Côte-des-Neiges Montréal H3S 2B6 Localisation : entre les rues Bedford et Jean-Talon Métro : Côte-des-Neiges Autobus : 535 et 165 nord
lasalle	7272 rue Saint-Patrick LaSalle H8N 2W7 entre les rues Léger et Senkus Métro : Angrignon Autobus : 109 sud
la Petite prairie	1100 rue des Carrières Montréal H2S 2A8 entre l'avenue Christophe-Colomb et la rue de La Roche Métro : Rosemont Autobus : 197
rivieres des prairies	1400 rue Léopold-Christin Montréal H1E 7R3 Localisation : à l'arrière de la cour de voirie située au 9255, boulevard Henri-Bourassa Est, entre les boulevards Rodolphe-Forget et Rivière-des-Prairies
Bazar Saint-Paul-de-la-Croix	10215 av. Georges-Baril Montreal H2C 2M9
Armée du salut	5762 rue Sherbrooke Ouest Montreal H4A 1X1
cartier emilie	12395 rue Lachapelle Montreal H4J 2P7
Centre communautaire MADA	6700 chemin de la Côte-des-Neiges Montreal bureau 218 H3S 2B2
Compagnons de Montréal	4479 rue Sainte-Catherine Est Montreal H1V 1Y5
conférence Saint-Conrad	6527 rue Azilda Montreal H1K 2Z8

Figure 18 : Affichage de noms et adresses d'écocentres de la Ville de Montréal.

- Quelle est la fréquence de collecte des recyclables et leur description dans la Ville de Québec ?

SELECT "frequence", "description" from "Residus_qc" where "nom_residus" ='recyclables'

PostgreSQL 8.4.21 lancé sur localhost:5432 -- Vous êtes connecté avec le profil « david »

phpPgAdmin : PostgreSQL? : david? :

Résultats de la requête

frequence	description
1/semaine.	papier et carton
	verre (pots et plastiques)
1	metal
	plastique
	multicouches (contenants de jus)
	contenants de lait)

Figure 19: Affichage de la fréquence de collecte des matières recyclables de la Ville de Québec.

- Quels sont les noms de quartiers qui composent l'arrondissement de la Cité-Limoilou Ville de Québec et classer les noms des quartiers trouvés par ordre alphabétique?

SELECT "nom", "perimetre" from "Quartier_qc" where "id_arrondissement" = '1' order by nom

PostgreSQL 8.4.21 lancé sur localhost:5432 -- Vous êtes connecté avec le profil « david »

phpPgAdmin : PostgreSQL? : david? :

Résultats de la requête

nom	perimetre
Lairet	7500.2
Maizerets	11289.4
Montcalm	6212.5
Saint-Jean-Baptiste	3781.2
Saint-Roch	6433.7
Saint-Sacrement	6348.5
Saint-Sauveur	14978.5
Vieux-Limoilou	8754.4
Vieux-Québec/Cap-Blanc/Colline parlementaire	13796.7

Figure 20: Affichage des quartiers de l'arrondissement Cité-Limoilou de la Ville de Québec.

- Citez le nom, l'adresse et le téléphone des écocentres de la ville de Montréal ayant comme domaine de récupération informatique et télécommunication

SELECT "domaine_recuperation_mtl", "nom_ecocentre_mtl", "adresse", "telephone" from "Ecocentre_mtl" where "domaine_recuperation_mtl"='informatique et telecommunication'

PostgreSQL 8.4.21 lancé sur localhost:5432 -- Vous êtes connecté avec le profil « david »

phpPgAdmin : PostgreSQL : david :

Résultats de la requête

domaine_recuperation_mtl	nom_ecocentre_mtl	adresse	telephone
informatique et telecommunication	conférence Saint-Conrad	6527 rue Azilda Montreal H1K 2Z8	5143512887

Figure 21: Affichage de l'écocentre (nom, adresse, téléphone) dans le domaine informatique et télécommunication de la Ville de Montréal.

- Donner le nom, l'horaire et le numéro de téléphone d'un centre de tri dans la ville de Montréal ?

SELECT "nom_centre_tri_mtl", "horaire", "adresse" from "centre_tri_mtl"

PostgreSQL 8.4.21 lancé sur localhost:5432 -- Vous êtes connecté avec le profil « david »

phpPgAdmin : PostgreSQL : david :

Résultats de la requête

nom_centre_tri_mtl	horaire	adresse
Complexe environnemental de Saint-Michel	08:00:00-04	2235 Rue Michel Jurdant, Montreal H1Z 4N1

Figure 22: Affichage du centre de tri (nom, horaire, adresse) de la Ville de Montréal

Toutes ces figures sont les résultats des requêtes effectuées dans le SGBDRS créé.

4.1.2 Module du serveur cartographique

GeoServer est un serveur cartographique que nous avons choisi dans notre étude à cause de (*GeoServer, 2013*) :

- l'interopérabilité avec les normes de l'OGC;
- la pérennité (libre et ouvert);
- la convivialité.

Ce serveur nous a permis de partager les données spatiales indispensables pour notre système d'information. Il est important que configurer ce serveur de données avant son utilisation.

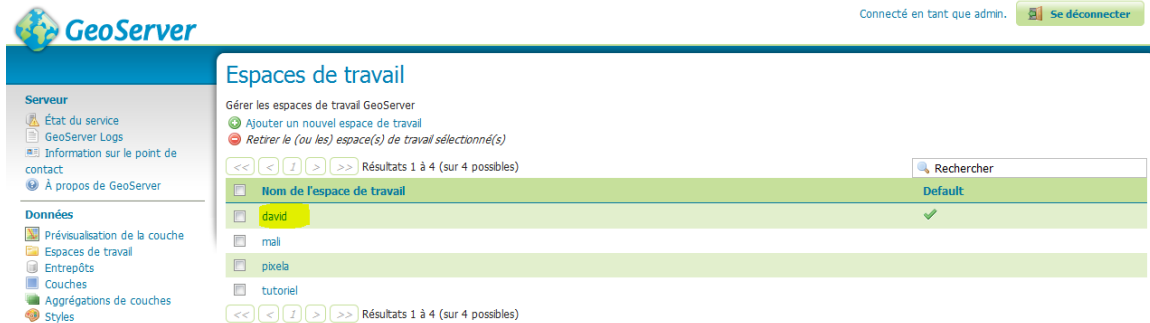


Figure 23 : Configuration de GeoServer.

Après la configuration, notre base de données a été connectée à *GeoServer*. Les tests consistent à: la (1) prévisualisation et (2) l'affichage des couches de données (Annexe 2). Des réglages ont été effectués sur les styles des différentes couches avec la norme SLD (Styled Layer Descriptor).

4.1.3 Module de l'interface web

L'interface web utilisé pour l'intégration et la visualisation des couches cartographiques est *OpenLayers* de la suite *OpenGeo*. *OpenLayers* est basé sur un langage JavaScript et est en licence libre (Mapgears, 2015).

Dans ce module, nous avons testé un seul exemple celui des couches de données de la Ville de Québec. La Ville de Montréal suit la même démarche de diffusion de données sur l'interface web. Le module a été créé pour afficher les couches de données à savoir : les couches d'arrondissements, de quartiers, de voies publiques et de collecte des matières résiduelles de la Ville de Québec.

L'interface web conçue dispose aussi de certaines fonctionnalités comme :

- les outils de contrôle du zoom (1);
- l’affichage de la liste des couches diffusées (fond de carte de base, couches thématiques en WMS/WFS) (2);
- l’échelle (3);
- la vue généralisée (4);
- les coordonnées géographiques dynamiques (5).

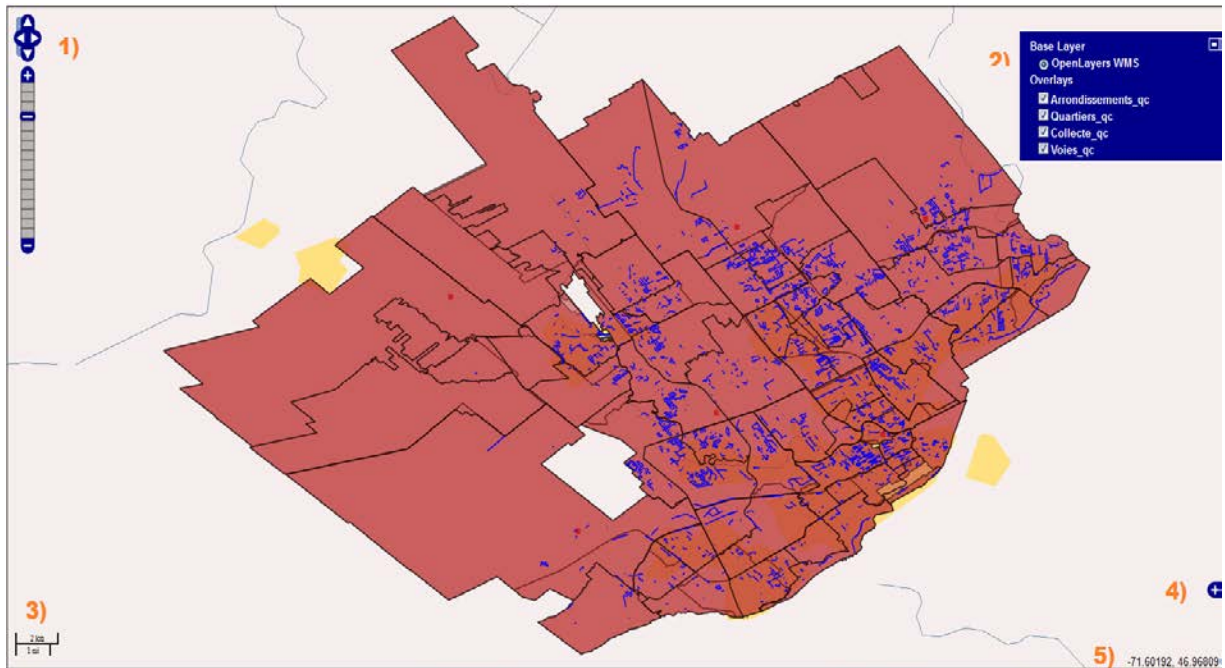


Figure 24 : Diffusion des couches sur l’interface web avec l’outil OpenLayers.

4.2 Déploiement de l’interface web

Dans cette partie, l’interface web est installée sur un serveur donné et est accessible au grand public. Le déploiement complet de l’interface consistera à effectuer des tests avec certains utilisateurs afin de voir si notre interface répond aux besoins demandés, celui de la planification de la récupération des matières résiduelles. Aussi, il faut que les utilisateurs puissent faire des tests dans des conditions réelles (Sanchez, 2015). Après les réglages et les tests de validation, l’interface web sera opérationnelle.

5. Interprétation et discussion des résultats

Notre projet SIG web vient répondre au besoin d'une meilleure planification de collecte de leurs matières résiduelles. L'objectif de ce projet est de concevoir un prototype de modèle conceptuel de données pour une norme québécoise portant sur la collecte des matières résiduelles et de l'intégrer à un SIG web.

La création du système de base de données à référence spatiale a suivi les étapes de modèles conceptuel, logique et physique de données. Cette base de données contient des données géospatiales importées et des données saisies. Ainsi, l'analyse des différents besoins des ménages à travers les réalités quotidiennes de gestion des matières résiduelles et la prise en compte de révision des PGMR de certaines municipalités, nous ont permis de mieux concevoir notre prototype. Ce dernier s'appuie sur les relations entre les plusieurs entités. Une municipalité est composée de divers arrondissements qui à leur tour regroupent plusieurs quartiers. Dans chaque quartier, il faut faire la collecte des différents types de résidus et selon les saisons. Les écocentres et les centres de tri récupèrent auprès des citoyens certaines matières spécifiques.

L'intégration au SIG web suit la création du SGBDRS. Ce dernier a été bien intégré pour diffuser les informations de collecte de matières résiduelles. Exemple de prévisualisation sur *OpenLayers*, la couche collecte de matières résiduelles dans la Ville de Québec qui montre la collecte journalière par saison (hiver, été) et par type de déchets (ordures, recyclables, résidus).

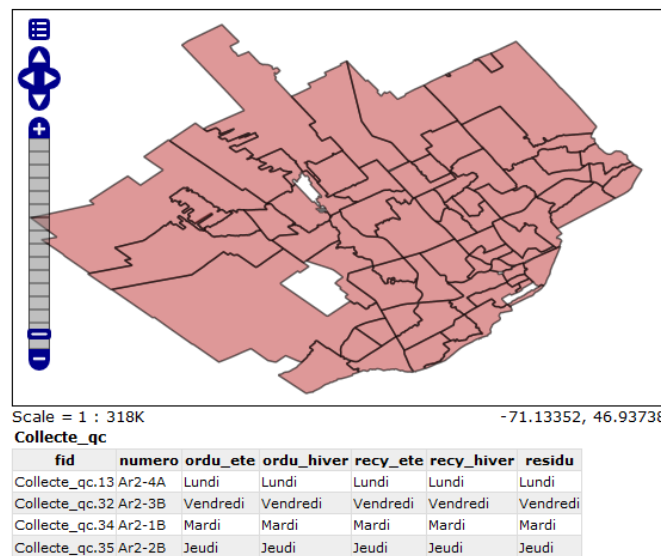


Figure 25 : Affichage de la couche collecte de la Ville de Québec avec l'outil OpenLayers.

Un autre exemple de prévisualisation sur *OpenLayers* de la couche arrondissements de la Ville de Québec.

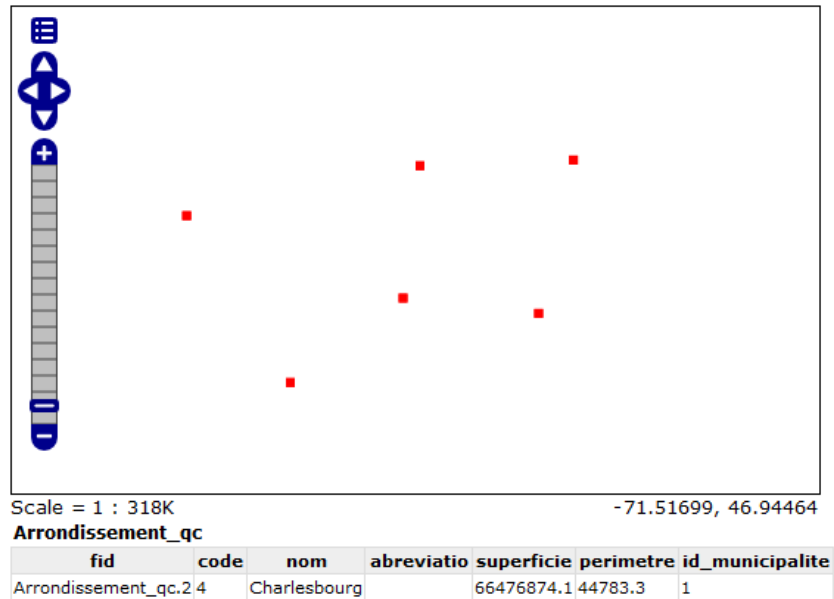


Figure 26 : Affichage de la couche Arrondissements de la Ville de Québec avec l'outil OpenLayers.

De nos jours, les municipalités rendent accessibles plusieurs outils de collecte, afin de renseigner leurs populations sur la récupération des matières résiduelles. Pour la réalisation de ces outils info collectes, il est souvent utiliser des technologies telles que: *Googlemaps*, *Leaflet*, *ArcGIS web Mapping* (interfaces cartographiques) et *MySQL* (Base de données). Quant à la conception du prototype de notre projet, nous avons utilisé comme technologies :

- *OpenLayers* (interface de cartographie web) ;
- *GeoServer*, (serveur de données) ;
- *PostgreSQL*, (système de base de données).

Les avantages de notre outil de planification de la collecte des matières résiduelles sont :

- La diffusion des informations de collecte via une carte interactive web;
- La possibilité pour le client d'interagir avec la carte, afin d'obtenir toutes les informations sur la collecte des matières résiduelles;

- La flexibilité et l'interopérabilité de l'API;
- L'accessibilité et la disponibilité des informations pour les utilisateurs.

Au-delà de ces avantages, ce projet de création d'une norme provinciale pour la collecte des matières résiduelles et intégration à un SIG web est confronté aussi à des difficultés qui sont :

- L'absence de certaines données sur la planification de la collecte des matières résiduelles des Villes de Montréal et Québec, nous ont amené à insérer d'autres données fictives dans des tables pour effectuer une bonne simulation du prototype;
- La concentration des tables de données des Villes Montréal et Québec dans un seul SGBDRS le rend vaste et complexe ;
- L'exécution de certaines requêtes aussi utiles telles que : le nom de l'écocentre le plus proche ouvert aujourd'hui, la distance à parcourir pour arriver à l'écocentre, l'horaire (ouverture et de fermeture) d'un écocentre ou centre de tri quelconque pourrait montrer d'autres points efficaces du SGBDRS ;
- L'impossibilité d'interroger certaines couches sur l'interface web telles que : Voies, Collecte, Quartiers ;
- La non diffusion des couches de la Ville de Montréal sur l'interface web, faute de temps ;
- Les tests avec des utilisateurs témoins permettront d'effectuer des réglages pour le l'enrichissement et le déploiement de l'API au grand public.

6. Conclusion

Aussi étrange que cela puisse paraître, la problématique de gestion des matières résiduelles se pose avec acuité dans la province du Québec. De nos jours, il est important que les populations disposent de bonnes informations de collecte de matières résiduelles sur une meilleure plateforme. Pour améliorer la plateforme info collecte des matières résiduelles dans les municipalités, nous avons réalisé un prototype SIG Web. Notre projet a pu atteindre les objectifs suivants :

- concevoir et développer un modèle conceptuel de données de norme québécoise portant sur la collecte des matières résiduelles ;
- créer une base de données spatialisée à référence spatiale ;
- intégrer et visualiser les données de collecte des matières résiduelles sur un SIG web.

Aussi, cette étude nous a permis d'appliquer et d'approfondir nos connaissances en matière de bases de données à référence spatiale, SIG web, cartographie web et également de répondre aux besoins des populations concernant une meilleure planification de récupération des matières résiduelles.

Au-delà de l'atteinte des objectifs de de l'étude et des objectifs pédagogiques, notre travail a connu certaines limites. Ces dernières sont accentuées sur le manque de temps dans la réalisation de l'essai et ; l'indisponibilité de certaines données spatiales.

La continuité de ce projet permettra d'enrichir l'interface web en une application web cartographique de planification des matières résiduelles.

7. Recommandations

L'uniformation des données nous amène à disposer d'un SGBDRS pour chaque municipalité. Il est important de réaliser des projets SIG de collecte des matières résiduelles dans chaque municipalité pour pouvoir uniformiser les données. Ces dernières nous permettront d'avoir un SGBD disponible au niveau de chaque MRC. L'ensemble de ces SGBD peuvent être couplés au niveau provincial.

Notre prototype SGBD de planification de matières résiduelles peut être amélioré grâce à :

- la disponibilité et la saisie de toutes les couches de données spatiales concernant les écocentres et les centres de tri;
- la séparation des données des Villes de Montréal et Québec en deux SGBDR sur le serveur.

Quant à l'amélioration de l'interface web, nous recommandons :

- l'ajout de données manquantes au SIG;
- la diffusion des données spatiales supplémentaires pour les couches d'écocentres et centres de tri;
- l'ajout d'autres fonctionnalités à notre interface (la modélisation des circuits de collecte en vue du suivi et de la collecte des matières résiduelles, le contrôle et le suivi des circuits de collecte en temps réel à partir des données GPS);
- le développement approfondi de l'interface en API web;
- la disponibilité de l'API web sur tablettes et téléphones intelligents.

8. Références

Baldé. Issa. (2008). Mise en place d'une plateforme de cartographie dynamique, mémoire de maitrise, Dép. de Génie Informatique, École Supérieure Polytechnique de Dakar, Dakar (Sénégal), p. 88. [En ligne]. Disponible : http://www.memoireonline.com/07/08/1287/m_mise-en-place-d-une-plate-forme-de-cartographie-dynamique0.html (page consultée le 05 janvier 2016).

Baron. Isabelle. (2013). Impact de la réglementation sur la performance de la gestion des matières résiduelles, essai de maitrise en Environnement, Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke. Sherbrooke. (Québec), p. 106. [En ligne]. Disponible : https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2013/Baron_I__2013-07-09_.pdf (page consultée le 10 janvier 2016).

Chambre Vaudoise du Commerce et de l'Industrie. (2012). Une application web, c'est quoi. WebExpert ONLINE SOLUTIONS. Tiré de http://www.webexpert.ch/publications/application_web (page consultée le 05 janvier 2016).

Communauté Métropolitaine de Montréal, CMM. (2016). Consultation publique sur le Projet de PMGMR 2015-2020. [En ligne]. Disponible : <http://cmm.qc.ca/evenements/consultation-publique-sur-le-projet-de-pmgmr-2015-2020/> (page consultée le 05 avril 2016).

Cousin. Florence (2008). Guide de démarrage rapide avec PostgreSQL version 9.0, Creative Commons (France).p. 37. [En ligne]. Disponible : http://blog.postgresql.fr/public/Doc_postgresql_9_0.pdf (page consultée le 05 avril 2016).

Département Thau Agglo. (2016). Carte interactive de collecte intercommunale d'Hérault-France. [En ligne]. Disponible : <http://www.thau-agglo.fr/outil-collecte/> (page consultée le 5 avril 2016).

Frochot. Didier. (2014). Internet : village planétaire ou internets régionaux. les- infostrategiescom [En ligne]. Disponible : (page consultée le 05 février 2016).

Fédération des Municipalités du Québec, FMQ. (2010). Commentaires sur le projet de loi n° 88 loi modifiant la loi sur la qualité de l'environnement concernant la gestion des matières résiduelles et modifiant le règlement sur la compensation pour les services municipaux fournis en vue d'assurer la récupération et la valorisation des matières résiduelles. Québec, p. 157.

GéoServer (2013). GéoServer 2.3.3 user manual [En ligne] <http://docs.geoserver.org/2.3.3/user/> (page consultée le 05 avril 2016).

Gouvernement de Québec. (2016). Données de Québec. Le carrefour collaboratif en données ouvertes québécoises. Québec. [En ligne]. Disponible : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset> (page consultée le 05 avril 2016).

Laury. Quentin et Saysanasy. Jessy. (2011). Web Mapping, Projet en licence professionnelle, Dép. de Systèmes informatiques et logiciels, Conception et développement orientés objet d'applications multi-tiers, UFR Sciences et Techniques, (France), p. 32. [En ligne]. Disponible : https://dept-info.univ-fcomte.fr/joomla/images/CR0700/Projets/2012/LPRO/Rapport_Projet_Laury_Saysanasy.pdf (page consultée le 05 février 2016).

Lavergne. Stéphanie. (2014). Avantages et inconvénients d'intégrer les ICI a une collecte municipale des matières organiques dans la MRC de Vaudreuil, essai de maîtrise en environnement, Dép. Environnement et Développement Durable, Université de Sherbrooke, Sherbrooke (Québec), p. 96. [En ligne]. Disponible : https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Lavergne_S__2014-07-01_.pdf (page consultée le 06 février 2016).

Olivier. Marc. (2015). Matières résiduelles et 3RV-E, bâtir l'économie circulaire, Lab. Éditions. Longueuil (Québec), p. 310.

Mapgears. (2015). Développement des solutions avec OpenLayers. [En ligne]. Disponible : <http://www.mapgears.com/fr/technologies/openlayers/> (page consultée le 05 avril 2016).

Ministère du Développement Durable de L'environnement et Parcs. MDDEP, (2011) Politique de Gestion des Matières Résiduelles Plan d'action 2011-2015, Allier économie et environnement, Gouvernement du Québec, p. 34. [En ligne]. Disponible : www.mddep.gouv.qc.ca (page consultée le 06 février 2016).

Ménard. Karel. (2010). Gestion des matières résiduelles au Québec. Bilan et perspectives. Front commun québécois pour une gestion écologique des déchets. FCQGED. [En ligne]. Disponible : http://www.fcqged.org/pdf/Presentation_UdeM_nov_10.pdf (page consultée le 26 avril 2016).

Ministère des Affaires Municipales et de L'Occupation du Territoire. MAMROT, (2013). Outils de protection de l'environnement, Gestion des matières résiduelles, Gouvernement du Québec. [En ligne]. Disponible : <http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/protection-de-lenvironnement/gestion-des-matieres-residuelles/> (page consultée le 10 février 2016).

Ministère des Affaires Municipales et de L'Occupation du Territoire. MAMROT, (2014). L'organisation municipale et régionale au Québec en 2014, Gouvernement du Québec, p. 21. [En ligne]. Disponible : www.mamrot.gouv.qc.ca (page consultée le 10 février 2016).

Ministère du Développement Durable de L'environnement et de Lutte contre les Changements Climatiques. MDDELCC (2015). Les matières résiduelles, Gouvernement du Québec, [En ligne]. Disponible : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/inter.htm>(page consultée le 10 février 2016).

Ministère du Développement Durable de L'environnement et de Lutte contre les Changements Climatiques, MDDELCC. (2013). Lignes directrices pour la planification régionale de la gestion des matières résiduelles, Gouvernement du Québec, p. 63. [En ligne]. Disponible : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/valorisation/lignesdirectrices/ld-planification-regionale-gmr.pdf>(page consultée le 15 février 2016).

Montréal en statistiques. (2012). Population totale et superficie des arrondissements de Montréal et des villes liées, agglomération de Montréal, 2011. Statistiques, Canada recensement 2011. Montréal. Tiré de http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/MTL_STATS_FR/MEDIA/DOCUMENTS/POPULATION%20ET%20SUPERFICIE%202011.PDF (page consultée le 15 février 2016).

MRC de Pierre de Saurel. (2015). Calendrier des collectes régulières pour les municipalités rurales. Tiré de <http://www.mrcpierredesaurel.com/responsabilites/gestion-des-matieres-residuelles/info-collecte> (page consultée le 15 février 2016).

MRC Vallée d'Or, MRCVO. (2016). Horaire de collecte des matières résiduelles. [En ligne]. Disponible : <http://mrcvo.qc.ca/environnement/environnement-collectes-2/collectes/> (page consultée le 15 février 2016).
Pauthonnier. Alexandre. (2010). Les SIG et les technologies de l'information et de la communication. Cours Dép. de la cartographie et d'analyse d'information géographique, École Nationale des Sciences Géographiques. (France), p. 63.

Pillou. Jean François. (2015). MERISE, Modèle logique de données. CommentCaMarche. p. 2. [En ligne]. Disponible : www.commentcamarche.net (page consultée le 11 avril 2016).

Quinn. Sterling et Dutton. John. A. (2014). Open Web Mapping. The History and importance of Web Mapping. The Pennsylvania State University. GEOG585. [En ligne]. Disponible : <https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/643> (page consultée le 15 février 2016).

Sanchez. Benjamin. (2015). Déployer son application en production : les bonnes méthodes à connaître. [En ligne]. Disponible : <http://www.blogduwebdesign.com/hebergement-developpement/Deployer-son-application-en-production--les-bonnes-methodes-a-connaître/1868> ((page consultée le 24 avril 2016).

Steiniger. Stefan et Bocher. Erwan. (2009). An overview on current free and open source desktop GIS developments, International Journal of Geographical Information Science, Department of Geography, University of Calgary, Calgary, (Alberta). [En ligne]. Disponible : http://www.colorado.edu/geography/leyk/GIS1/Readings/Steiniger_Bocher_2009.pdf (page consultée le 15 février 2016).

Tchioffo. Kodjo. Gaël. (2008). Conception et réalisation d'une application de webmapping d'analyse territoriale sur des SIG et bases de données open source : cas du territoire camerounais, mémoire de master, Dép. en informatique approfondie a la gestion, ESIG Paris (France). Complexe Universitaire SIANTOU Yaoundé, p. 99. [En ligne]. Disponible : http://www.memoireonline.com/02/10/3158/m_Conception-et-realisation-dune-application-de-webmapping-danalyse-territoriale-sur-des-SIG-et-bas0.html(page consultée le 25 février 2016).

Ville de Boucherville. (2010). Calendrier des collectes régulières et spéciales. [En ligne]. Disponible : http://www.boucherville.ca/web/doc/environnement/2014/3WEB_CALENDRIER.COLLECTE.14_6x10_201452103520.pdf (page consultée le 25 février 2016).

Ville de Lévis. (2015). Horaire et fréquence des collectes. [En ligne]. Disponible : <https://www.ville.levis.qc.ca/environnement-et-collectes/collectes/horaire-frequence/>(page consultée le 15 février 2016).

Ville de Montréal. (2015). Carte de la ville de Montréal et ses arrondissements http://www.ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/prt_vdm_fr/media/documents/CARTE_ILEMONTREALARRON.pdf

Ville de Montréal. (2015). Info-collecte de la ville de Montréal. Québec. Tiré de <https://servicesenligne2.ville.montreal.qc.ca/sel/infocollectes/?lang=fr/> (page consultée le 15 février 2016).

Ville de Montréal. (2015). Liste des écocentres de la ville de Montréal. [En ligne]. Disponible : http://www1.ville.montreal.qc.ca/banque311/content/%C3%A9cocentres-coordonn%C3%A9es-et-horaires#174-field_ds_horaire (page consultée le 05 avril 2016).

Ville de Sherbrooke. (2016). (Carte interactive des matières résiduelles de la ville de Sherbrooke. Tirée de <http://carte.ville.sherbrooke.qc.ca/msmenvironnement/> (page consultée le 25 février 2016).

Ville de Québec. (2015). Outil info collecte de récupération des matières résiduelles de la ville de Québec. [En ligne]. Disponible : https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/matieresresiduelles/info_collecte.aspx (page consultée le 15 février 2016).

Ville de Québec. (2015). Catalogue de données. Tiré de : <https://www.donneesquebec.ca/fr/> (page consultée le 15 février 2016).

Waste Atlas (2012). Waste management for everyone. Tirée de <http://www.atlas.d-waste.com/> (page consultée le 25 février 2016).

Wilcox. Marc. (2012). GIS applications in solid waste management from collection to post-closure. Waste 360. Tiré de <http://waste360.com/geographic-information-systems-gis/maps-and-legends> (page consultée le 04 avril 2016).

Annexes

Annexe 1

Les coordonnées d'accès au serveur : igeomedia.com/phppgadmin/

Base de données *PostgreSQL* localhost 5432



Annexe 2

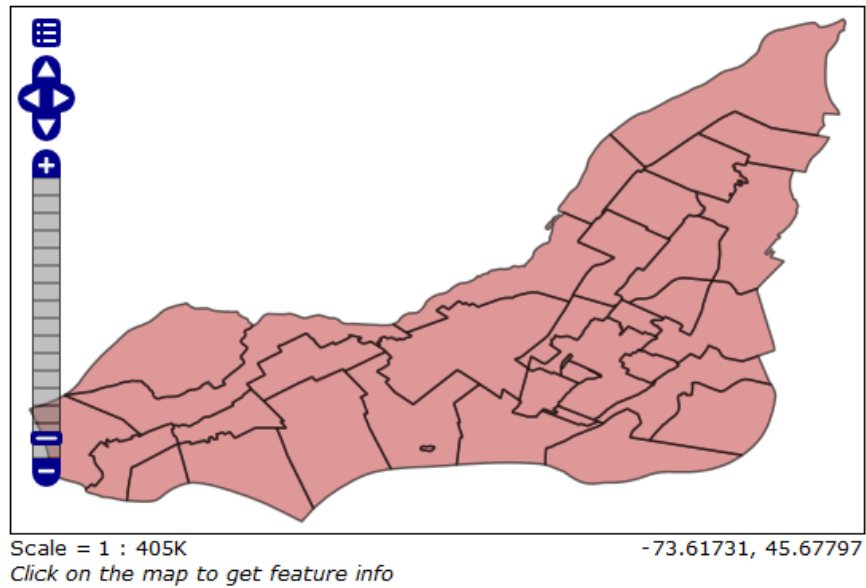
Les coordonnées d'accès à GéoServer en ligne : <http://igeomedia.com:9090/geoserver>

URL de configuration <http://igeomedia.com:9090/geoserver/david>

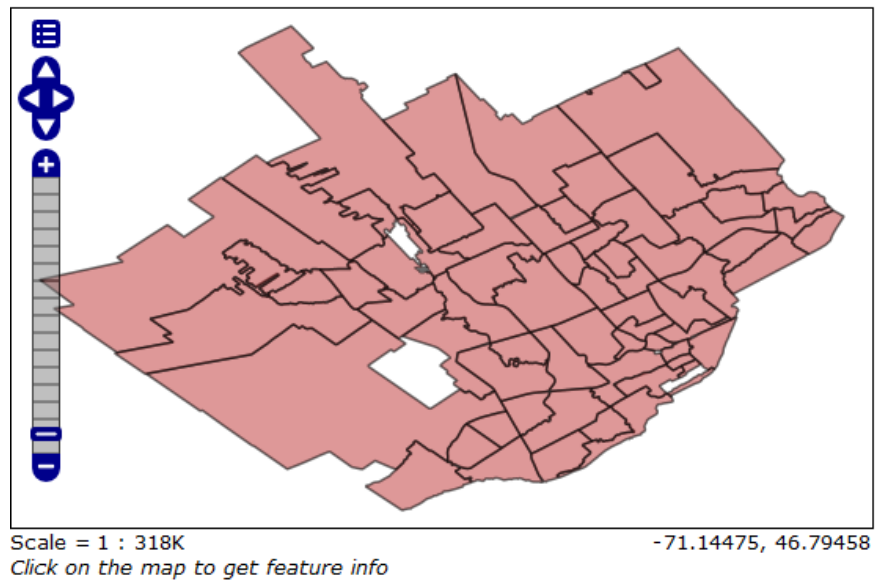
Annexe 3

Prévisualisation et affichage de certaines couches de données dans GéoServer.

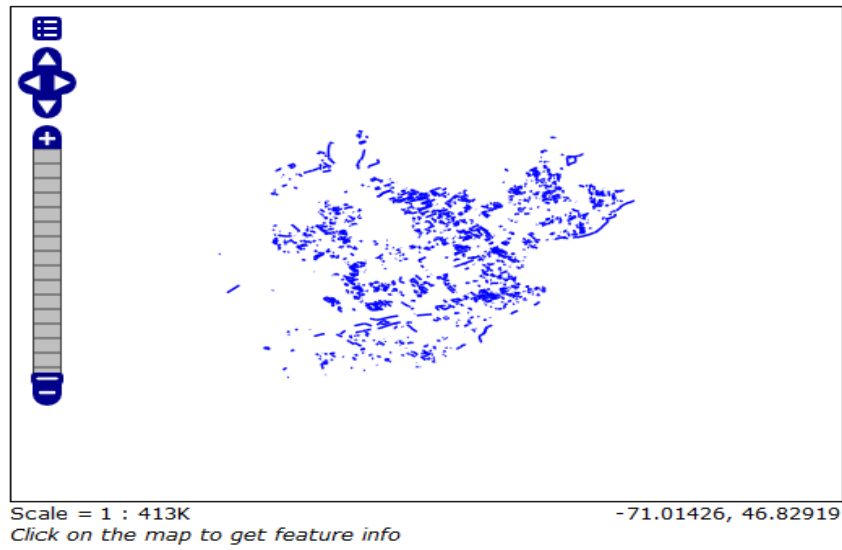
- Arrondissements de la ville de Montréal



- Collecte des matières résiduelles de la ville de Québec



- Voies publiques de la ville de Québec



Annexe 4

Code Html de la page

```
<html>
<head>

    <style type="text/css">
        #map {
            width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black;
        }
    </style>

    <script src="http://openlayers.org/api/OpenLayers.js"></script>
    <script type="text/javascript">

        function init(){

            var map = new OpenLayers.Map( 'map' );
            var layer1 = new OpenLayers.Layer.WMS( "OpenLayers WMS",
"http://vmap0.tiles.osgeo.org/wms/vmap0", {layers:
'basic',format:'image/gif'} );
            var layer2 = new
OpenLayers.Layer.WMS("Arrondissements_qc","http://igeomedia.com:9090/ge
oserver/david/wms?",{layers: "david:Arrondissement_qc",transparent:
"true", format: "image/png" });
            layer2.setVisibility(false);
            var layer3 = new
OpenLayers.Layer.WMS("Quartiers_qc","http://igeomedia.com:9090/geoserve
r/david/wms?",{layers: "david:Quartier_qc",transparent: "true", format:
"image/png" });
            layer3.setVisibility(false);
            var layer4 = new
OpenLayers.Layer.WMS("Collecte_qc","http://igeomedia.com:9090/geoserver
/david/wms?",{layers: "david:Collecte_qc",transparent: "true", format:
"image/png" });
            layer4.setVisibility(false);
            var layer5 = new
OpenLayers.Layer.WMS("Voies_qc","http://igeomedia.com:9090/geoserver/da
vid/wms?",{layers: "david:Voies_qc",transparent: "true", format:
"image/png" });
            layer5.setVisibility(false);

            map.addLayers([layer1,layer2,layer3,layer4,layer5]);

            map.setCenter(new OpenLayers.LonLat(-71.2428,46.8033), 11);

            map.addControl( new
OpenLayers.Control.LayerSwitcher() );
            map.addControl( new
OpenLayers.Control.ScaleLine() );
            map.addControl( new
OpenLayers.Control.MousePosition() );
            map.addControl( new
OpenLayers.Control.OverviewMap() );
```

```
map.addControl( new
OpenLayers.Control.PanZoomBar() );

    }
</script>
</head>

<body onload="init()">
    <div id="map"></div>
</body>
</html>
```